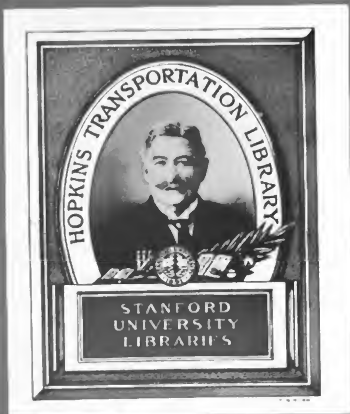


# Elektrische Bahnen in Nordamerika

W. Wyssling


HOPKINS TRANSPORTATION LIBRARY
STANFORD
UNIVERSITY
LIBRARIES

Berichte Heft 1.
der Schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb.
Redigiert vom Generalsekretär Prof. Dr. Wyssling.

## II. A. Berichte
über
## bestehende elektrische Bahnbetriebe.

# Elektrische Bahnen
in
# Nordamerika.



Zürich
In Kommission bei
Rascher & Co., Meyer & Zellers Nachfolger
— 1908 —

Druck von Zürcher & Furrer, Zürich.

# Berichte

## der Schweizer. Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb.

### Vorbemerkungen.

Die Schweizer. Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb beabsichtigt, die im Verlaufe ihrer Tätigkeit von ihr und in ihrem Auftrage ausgeführten Arbeiten und an sie erstatteten Berichte unter dem obenstehenden Titel im Drucke zu sammeln.

Die Sammlung wird z. T. unmittelbar die Berichte enthalten, die von Mitarbeitern an die einzelnen Abteilungen der Kommission erstattet wurden, z. T. Bearbeitungen verschiedener Studien über zusammenhängende Fragen, entsprechend deren Beurteilung durch die Kommission.

Die vorliegenden Berichte werden daher die Arbeiten der Studienkommission, soweit sie sich zur Veröffentlichung überhaupt eignen, möglichst ausführlich wiedergeben, im Gegensatz zu den abgekürzten „Mitteilungen" der Kommission.

Die Berichte erscheinen unter der allgemeinen Redaktion des Generalsekretariats der Kommission (Hrn. Prof. Dr. Wyssling, Wädenswil-Zürich).

Die Studien umfassen nach dem Programm folgende Einzelarbeiten:

I. **Anwendbarkeit des elektrischen Betriebs überhaupt.**
   - A. Forderungen an den Betrieb vom eisenbahntechnischen Standpunkte aus. Kraftbedarf.
   - B. Demnach mögliche elektrische Lösungen im allgemeinen.

II. **Wie genügen die bestehenden Systeme.**
   - A. Berichte über Erfahrungen mit bestehenden Betrieben.
   - B. Vergleich der Systeme, allgemein und nach gemachten Erfahrungen.

III. **Studium der Kraftbeschaffung.**
   - A. Die vorhandenen und verwendbaren Wasserkräfte.
   - B. Verteilung der Kräfte und Gestehungskosten der elektrischen Energie.

IV. **Kostenanschläge für die allgemeine Elektrifikation.**
   - A. Baukostenanschläge für die besten Systeme.
   - B. Entsprechende Betriebskostenberechnungen.
   - C. Wirtschaftlicher Vergleich der Resultate mit dem Dampfbetrieb.
   - D. Schlussfolgerungen.

V. **Grundlagen für technische Vereinheitlichung beim elektr. Betrieb.**
   - A. Normen für Versuchsanlagen im Grossen.
   - B. (Ev.) Normalien für ein Einheits-System.

Das vielfache Ineinandergreifen der verschiedenen Arbeiten wird jedoch oft dazu zwingen, die Redaktion der Berichte über die einzelnen Teile erst nach Behandlung mehrerer Fragen vorzunehmen. Dieser wie andere Umstände werden daher die Veröffentlichungen gelegentlich verschieben und im allgemeinen nicht gestatten, dabei die vorstehende Reihenfolge einzuhalten. Die Sammlung wird somit in zwangloser Folge in fortlaufend numerierten Heften erscheinen, deren Zugehörigkeit zu den vorerwähnten Abteilungen im Titel angegeben sein wird.

Aus den
„Berichten der Schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb".

# Elektrische Bahnen
in
# Nordamerika.

## Bericht

an die

**Schweizerische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb**

über die von

Professor Dr. Wyssling und Ingenieur K. Wirth
ausgeführte Studienreise in Nordamerika.

Erstattet von
Prof. Dr. W. Wyssling.

Zürich
In Kommission bei
Rascher & Co., Meyer & Zellers Nachfolger
– 1908 –

# Vorwort.

Die vorliegende Arbeit wurde als Bericht an die „Schweizerische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb“ abgefasst, die aus Technikern, Eisenbahnfachleuten und anderen Interessenten zusammengesetzt ist. Sie wollte dementsprechend auch Nicht-Technikern ein allgemeines Bild über das auf diesem Gebiete in Nordamerika Erreichte geben. Das Nähere über Zweck und Umfang der Studienreise, welcher der Bericht entsprungen, ist aus dem einleitenden Kapitel ersichtlich. Die Herausgabe des Berichtes geschieht zufolge des Beschlusses der Studienkommission, ihre sämtlichen Berichte und Arbeiten, verschiedenen Nachfragen und Anregungen folgend, auch weiteren Kreisen durch Veröffentlichung zugänglich zu machen. Obwohl die vorliegende Publikation, als Erweiterung früherer Mitteilungen des Verfassers an die Studienkommission leider infolge Mangel an Zeit zur Bearbeitung mit Verspätung erscheint, so dürfte sie doch vielleicht Manchem willkommen sein.

An dieser Stelle möchten wir uns gestatten, Herrn Kontrollingenieur K. Wirth, der uns für die rein eisenbahntechnischen Fragen auf der Studienreise zur Seite stand, für seine wertvolle Mitarbeit zu danken.

Der Verfasser.

# NOTIZ.

## Die bildlichen Darstellungen,

auf welche im Texte verwiesen ist, finden sich am Schlusse des Berichtes in sachlicher Ordnung in 24 „Tafeln" und 123 Einzelbildern. Soweit die Bilder nicht eigenen Aufnahmen entstammen, verdanken wir einige den Herren Oberingenieur Elskes von den Schweizer. Bundesbahnen und Techniker W. Müller in Oerlikon, sowie die nachstehend verzeichneten den uns von den betreffenden Bahnen und Firmen zur Verfügung gestellten Publikationen wie folgt:

Tafel 1 ist zusammengestellt nach Th. C. Martin und Bion. W. Arnold;

Nr. 8, 9, 19, 25 bis 35, 58, 81, 82
stammen aus der Publikation „The New York Subway" der Interborough Rapid Transit Co.;

Nr. 36 bis 38, 48 bis 51
aus „Electrical World & Engineer";

Nr. 39, 64 und 106
aus „The Niagara Falls Electrical Handbook";

Nr. 47, 78, 87–89, 93, 98–103, 107–111a, Tafeln 23 u. 24 u. Einzelnes in andern Tafeln
aus Publikationen der General Electric Co.;

Nr. 90, 94, 96, 97, 104, 105 und Einzelnes in Tafeln
aus Publikationen der Westinghouse Electric & Mfg. Co.;

Nr. 91 und 92
aus „Street Railway Journal";

Nr. 7
von der New York Central & Hudson R. R.;

Nr. 117 bis 123
von der Detroit United Ry. Co.

# Einleitung.

## Veranlassung, Umfang und allgemeiner Verlauf der Reise.

Die Schweizerische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb hat sich u. a. zur Aufgabe gestellt, die bestehenden elektrischen Bahnen und die bei denselben gemachten Erfahrungen zu studieren. Sie richtete ihre Aufmerksamkeit daher auch auf Nordamerika mit seinen nach Raum und Zeitdauer besonders ausgedehnten Betrieben dieser Art. Eine Delegation dorthin wurde beschlossen.

Nachdem Herr Kontrollingenieur *K. Wirth* im Eisenbahndepartement als Fachmann des Eisenbahnwesens zur Begleitung bestimmt war, nahm der Berichterstatter den Auftrag zur Ausführung der Studienreise an und besorgte die ziemlich umfangreichen Vorarbeiten für die Festsetzung des Programms und die Anknüpfung der Beziehungen für die Besuche.

An dieser Stelle möchten wir nicht unterlassen, den Herren, die uns bei der Mission unterstützt haben, hiefür bestens zu danken. Mit Hülfe ihrer Empfehlungen konnten wir uns schon vor der Reise bei den New Yorker Geschäftsstellen der in Betracht kommenden Firmen und Verwaltungen, sowie z. T. auch bereits in den Staaten anmelden und Vorbereitungen zur Unterstützung unseres Vorhabens erbitten, und hatten die Freude, gleich beim Betreten des amerikanischen Festlandes manche Aufklärungen, sowie Einladungen zum Besuch bestimmter Objekte vorzufinden.

Was das Programm anbelangt, so war auf den Besuch des Westens schon von Haus aus verzichtet worden.

Es konnte natürlich auch keine Rede davon sein, in den für den amerikanischen Aufenthalt zur Verfügung stehenden Wochen sehr *eingehende* Studien zu machen, wie es die Studienkommission bei einer Reihe von europäischen, namentlich schweizerischen elektrischen Bahnen unter Aufwand von viel mehr Zeit ausführen konnte. Wir machten uns zum voraus keine Illusionen darüber, dass wir über *alle* Fragen, welche das Eisenbahndepartement, die Bundesbahnen und die in der Studienkommission beteiligten Firmen uns als Wegleitung mitgaben, abschliessende Antworten nach Hause bringen würden; wir mussten voraussehen, auf manche Fragen vielleicht überhaupt keine Antwort zu erhalten. Besonders auf Fragen, welche nur durch regelmässige Aufzeichnungen oder statistische Erhebungen gelöst werden können, erwarteten wir wenig bestimmte Antworten, weil schon aus der Literatur hervorging, dass die drüben herrschenden, z. T. von den unsrigen ganz verschiedenen Anschauungen zwar nicht etwa zu einer Vernachlässigung der Statistik überhaupt führen, wohl aber dazu, dass die Aufzeichnungen oft ganz andere Gegenstände beschlagen, als bei uns üblich.

Über Dinge, welche auf die Rendite der Anlagen einwirken, werden in Amerika überall regelmässige, oft sehr sorgfältige und stets zweckmässige Aufzeichnungen gemacht, sowohl in den Fabrikationsgeschäften als in den Betrieben; über andere Dinge dagegen, mit welchen sich bei uns vornehmlich die Aufsichtsbehörden, nach herrschender Anschauung im Interesse des Publikums oder der Angestellten, befassen, wird dort weniger Buch geführt als bei uns.

Der Techniker, dem bekannt ist, wie sehr nur Schritt für Schritt und unter stetem Aufbau auf Vorhandenes und unter Mitarbeit Vieler die Technik fortschreitet, weiss ferner, dass es sich für uns nicht darum handeln konnte, in Amerika irgend ein neues, bisher unbekanntes System zu entdecken, oder unter den vorhandenen ein „alleinseligmachendes" zu finden, das dann für uns ohne Weiteres anwendbar und unbedingt das beste wäre. Der Eisenbahntechniker wie der Elektriker werden auch nicht die bedingungslose Beantwortung ganz allgemeiner Fragen erwarten, wie etwa: „Ergibt sich aus dem in Amerika Gesehenen, dass der elektrische Bahnbetrieb besser und billiger als der Dampfbetrieb sein wird?" Dies sind Fragen einer Art, wie sie von, mit der Sache wenig Vertrauten gelegentlich gestellt und manchmal von den Fragestellern selbst auf vereinzelte Nachrichten hin schlankweg beantwortet werden, obwohl sie sich ganz allgemein überhaupt nicht beantworten lassen.

Wenn wir dies alles hier erwähnen, so geschieht es lediglich mit Rücksicht darauf, dass unser Bericht vielleicht auch in weitere Kreise als in technische gelangen wird, in Kreise, in denen man über derartige Dinge nicht immer näher unterrichtet sein kann.

Sehr vieles über amerikanische elektrische Bahnen ist zweifelsohne jedem Fachmann aus der technischen Literatur Nordamerikas bekannt, die sich ziemlich ausgiebig, verhältnismässig mehr als bei uns, mit Fragen des praktischen Betriebes beschäftigt. Manchem Techniker vom Fach wird daher unser Bericht wohl nicht viel Neues bringen.

Was wir uns als Aufgabe stellten, das war:

a) Persönliche und augenscheinliche Überzeugung darüber, ob und namentlich unter welchen Verhältnissen die in der Litteratur bekannt gegebenen Resultate von Konstruktionen und Betrieben sich bestätigt finden. Da die Verhältnisse als von den unsrigen gänzlich verschiedene zu erwarten waren, jedoch in der dortigen Litteratur, weil dort als selbstverständlich erscheinend, oft nicht klar genug dargestellt sind, schien uns neben der persönlichen Anschauung über die Resultate die Ermittlung der Umstände, unter denen sie erzielt werden, ein Hauptpunkt.

b) Sammlung von Auskünften an Ort und Stelle über Erfahrungen bezüglich an sich kleiner, aber für die Lösung des Problems wichtiger technischer Einzelheiten. Dazu mussten manche dortige Betriebe sich ganz besonders eignen, teils wegen des höheren Alters, teils wegen des viel grösseren Umfangs als irgendwo in Europa zu finden.

c) Gewinnung eines allgemeinen Eindrucks darüber, welchen Erfolg und welche Vorzüge die elektrische Traktion im allgemeinen und die verschiedenen Systeme im besonderen in Amerika gezeigt haben, welcher Weg dort voraussichtlich in Zukunft eingeschlagen werde, und welche Schlüsse daraus für unsere Verhältnisse gezogen werden könnten. Eindruck und Überzeugung liessen sich dabei zunächst freilich nur für uns selbst gewinnen; dass dies beides auch auf unsere Leser übergehe, können wir lediglich hoffen.

Gleich bei unseren ersten Besuchen in New-York wurden wir äusserst angenehm berührt durch die grosse Liebenswürdigkeit, mit der wir aufgenommen wurden, durch die Bereitwilligkeit, mit der die fast ausnahmslos aufs äusserste beschäftigten Herren, die wir mit unseren Anliegen und Fragen belästigen mussten, uns so viel als möglich ihre Zeit liehen, uns reichlich einschlägige technische Litteratur, zumeist in der bekannten prachtvollen und tadellosen amerikanischen Ausführung, überreichten, auch uns begleitende Ingenieure zur Verfügung stellten u. dgl. mehr.

Es sei uns gestattet, hier der amerikanischen Firmen und der Herren zu gedenken, welche uns in den Tagen unseres Aufenthaltes in so aufopfernder Weise ihre geschäftliche Hülfe liehen und uns auch persönlich aufs freundlichste aufnahmen. Wir möchten ihnen allen an dieser Stelle aufs herzlichste für ihre Unterstützung danken und sie unseren schweizerischen Behörden und Fachkollegen für reziproke Dienste aufs angelegentlichste empfehlen.

Um uns bei den einzelnen Bahnen an Ort und Stelle jeweilen darauf beschränken zu können, nach deren *besonderen* Verhältnissen und Erfahrungen zu forschen, nahm der Berichterstatter in Aussicht, die Einzelheiten der verwendeten Systeme zunächst in den sie bauenden Fabriken zu besichtigen, wo auf eine bequeme Vorführung zu rechnen war. Diese Absicht wurde erleichtert dadurch, dass in ganz Nordamerika die weitaus überwiegende Zahl aller elektrischen Bahnausrüstungen (wenn nicht fast alle) aus nur zwei Fabriken hervorgehen: Derjenigen der *General Electric Co.* mit Hauptwerkstätte in *Schenectedy (N Y.),* und derjenigen der *Westinghouse Electric and Manufacturing Co.* mit Hauptwerkstätten in *East Pittsburg (Pa.).*

Unsere Reise selbst spielte sich im allgemeinen unter ziemlich guter Einhaltung des vor der Abreise in New-York endgültig aufgestellten Programms ab, über die Orte: New-York, Albany, Schenectady, Spiers Falls, Pittsburg, Buffalo, Lockport-Olcott, Niagara-Falls, Detroit (Ypsilanti, Monroe), Chicago (Elgin und Batavia), Indianapolis (Anderson, Alexandria, Tipton, Rushville), Cincinnati (Norwood), Washington, Baltimore, Philadelphia, New-York (Long Island).

# Klassifikation und allgemeine Verhältnisse der nordamerikanischen elektrischen Bahnen.

Bevor wir in die Aufzählung dessen eintreten, was wir bei jeder einzelnen der besuchten Bahnen gesehen und erfahren haben, möchten wir einige allgemeine Bemerkungen vorausschicken, welche geeignet sein dürften, die Beschreibungen kürzer zu fassen.

Die von den unsrigen meist so gänzlich verschiedenen Verhältnisse in Nordamerika bringen es mit sich, dass eine *andere Einteilung in Kategorien* notwendig ist, als wir sie für Mitteleuropa gewöhnt sind. Dazu führt insbesondere die Grösse, Bauart und Entfernung der Verkehrszentren und die Siedelungsart des Landes überhaupt.

Die verhältnismässig sehr grosse räumliche Ausdehnung der amerikanischen Städte führt zu einem enormen Verkehr in ihnen selbst; bei den auch absolut genommen sehr grossen Hauptstädten erstreckt sich schon dieser Stadtverkehr auf grosse Distanzen; die relativ viel grössere Entfernung der, als Vororte der grösseren Städte zu betrachtenden, sie umlagernden kleineren Städte bringt es mit sich, dass Bahnen oder Teile von Bahnunternehmungen, welche lediglich dem Vororts-Verkehr dienen, Grössenverhältnisse und Einrichtungen besitzen und Verkehrsleistungen aufweisen, die z. T. weit über das hinausgehen, was in Europa und besonders in unserer kleinen Schweiz die sogenannten „Vollbahnen" leisten, namentlich in bezug auf Personenverkehr. Dasselbe Verhältnis findet sich auch bei Bahnen, die sich auf das Grosstadtgebiet beschränken. Die geringe Bevölkerungsdichte in dem zwischen den grösseren Städten liegenden Lande und die viel grössere Entfernung der kleineren Provinzstädte lassen Bahnen entstehen, die gewissermassen Sekundärbahnen, Lokalbahnen, Überlandbahnen sind, aber an Ausdehnung unsere Vollbahnen oft übertreffen.

Nach Ausdehnung, Leistung, Frequenz und drgl. könnten wir daher verschiedene der amerikanischen Bahnkategorieen unseren Vollbahnen gleichstellen, die dort nicht dieselbe Stellung einnehmen. Wir lassen daher besser die Kategorie der „Vollbahnen" in unserem Sinne weg, und führen vielmehr zunächst die besondere Kategorie »*Voll-Fern-Bahnen*« ein, umfassend jene Bahnen, welche die grössten Verkehrszentren unter etwelcher Berührung der an der Linie liegenden kleineren verbinden, und sowohl nach allgemeinem Verkehrsumfang wie namentlich nach Distanzen, grossen Geschwindigkeiten und Zugsgewichten das höchste erreichen, was im Bahnbetrieb überhaupt bisher geleistet ist. Diese bilden ein, jedoch ins riesenhafte übersetztes Analogon unserer schweizerischen „Vollbahnen".

Wenn wir als eine weitere Gruppe unter den amerikanischen Bahnen die »*Stadt- und Vorortsbahnen*« nennen, so ist dies etwas gänzlich anderes als unsere

schweizerischen, städtischen Strassen- und Vorortsbahnen; jene Gruppe hat mit dieser verkehrstechnisch nicht viel gemein, sie geht weit darüber hinaus. Diese Bahnen wären jene, die zwar wesentlich dem Stadtverkehr und auch dem Vorortsverkehr dienen, „Vorort“ aber im amerikanischen Sinne verstanden; ihre Verkehrsleistungen übersteigen diejenigen unserer „Vollbahnen“ z. T. bedeutend, und auch ihre Zugsgewichte und ihre Geschwindigkeiten erreichen die der letzteren; ihre Signal- und Sicherheitsvorrichtungen und ihre Einrichtungen überhaupt sind mindestens denjenigen unserer Vollbahnen ebenbürtig, deren Längen sie teilweise ebenfalls erreichen.

Die Klassifikation der übrigen Bahnen nach ihrer Eigenart ist auch für den mit den Verhältnissen aufs genaueste vertrauten Amerikaner schwierig, wie dies Herr *Th. C. Martin* in seinen Ausführungen zur Statistik amerikanischer elektrischer Bahnen überzeugend darlegt.

Wir folgen seinen Ausführungen in einem Hauptpunkte, wenn wir die folgende weitere Kategorie bilden:

*Interurban-Linien* ("fast, long interurban lines"). Diese Bahnen dienen dem Verkehr von den Zentren ins Land hinaus auf hundert und mehr Kilometer, teils nach weiter entfernten „Vororten“, Vergnügungsorten und Sportplätzen, teils und namentlich nach den zahlreich im Lande zerstreuten kleineren Städten; sie besorgen aber auch die direkte Bedienung der zwischenliegenden einzelnen Farmen und Wegabzweigungen nach solchen. (Dörfer, d. h. konzentrierte Siedelungen landwirtschaftlichen Charakters, sind nicht vorhanden; noch weniger unsere schweizerische Art von „Industriedörfern“.) Diese Interurban-Linien sind ihrer allgemeinen Veranlagung nach allerdings ähnlich unseren schweizerischen, elektrischen Klein- und Überlandbahnen, überholen dieselben aber weit mit ihren Distanzen und Geschwindigkeiten, mit ihrer grossen Zugsfrequenz und auch mit den Rollmaterialeinrichtungen.

Als weitere Kategorie nennen wir:

*Städtische Strassenbahnen* (Railways in urban centers). Mit diesem Namen wollen wir die dem Personendienst innerhalb der Stadt selbst dienenden Bahnen bezeichnen, welche sich auf der Strassenoberfläche inmitten des übrigen Strassenverkehrs bewegen. Sie sind sonach dasselbe, was wir auch bei uns als „städtische Strassenbahnen“ bezeichnen, haben aber weit grössere Verhältnisse mit Bezug auf allgemeinen Umfang, Verkehrsleistung und Zugsfrequenz, z. T. auch bezüglich Rollmaterial und Schnelligkeit.

Wir betrachten im Folgenden die einzelnen Kategorien etwas genauer.

## Die Interurbanlinien.

Diese dienen vor allem dem starken Geschäftsverkehr in der Form von Personentransport zwischen je einem grossen Zentrum und den (im amerikanischen Masse) „umgebenden“ kleineren Städten. Dieser Verkehr scheint besonders durch zwei Dinge alimentiert zu sein. Einmal durch einen Umstand, den wir auch bei uns finden: Sehr viele tagsüber in der grossen Stadt arbeitende Geschäftsleute und Angestellte wohnen in den „Vororten“ und besonders in den „benachbarten“ kleineren Städten, die jedoch durchschnittlich viel weiter vom Hauptzentrum entfernt liegen als bei uns, oft 40 und 60 km weit. Auch Landhausgruppen kommen an landschaftlich schönen Orten in ähnlichen Entfernungen als dauernde Wohnplätze vor. In zweiter Linie wird dieser Geschäftsverkehr

offenbar genährt durch die starke Spezialisierung aller Fabrikationsbranchen in Nordamerika. Bei uns finden sich selbst in relativ kleinen Ortschaften alle möglichen Arten von Gewerbetreibenden, und das Kleingewerbe besorgt die Herstellung sehr vieler Dinge, die in Nordamerika ausschliesslich in Fabriken als Massenartikel gefertigt werden. Diese Fabriken stellen immer nur eine Spezialität in rationellster Weise her, bedienen jedoch einen sehr grossen Landesstrich, manche die ganze Union mit ihrem Sonderfabrikat. Sie finden sich z. T. in den eigentlichen Fabriksvororten der grossen Zentren, z. T. in den kleineren „Provinz"-Städten, was einem lebhaften Personenverkehr nach und von diesen ruft, oft auch einem erheblichen Stückgüterverkehr. (Der Hauptanteil des aus der Lage der Fabriken resultierenden Güterverkehrs fällt allerdings zumeist den grossen Fernvollbahnen zu, nach welchen die grösseren dieser Fabriken Geleiseanschluss haben.) Umgekehrt, und dies ist sehr wesentlich, ist der Detaileinkauf durchaus und ausschliesslich nach den grossen Warenhäusern und Spezialmagazinen der Grosstadt verlegt, und führt wiederum die „Provinzler" viel mehr dorthin als bei uns.

Einen weiteren Zufluss an Verkehr erhalten sowohl die Vorortbahnen als auch die meisten Interurban-Linien durch den in Amerika so sehr beliebten, massenweisen Besuch von ausserhalb gelegenen *Vergnügungsorten* und *Sportplätzen* durch den Grosstädter. Einmal besitzen die Grosstädte selbst einen oder mehrere, meist wundervolle Naturparke, die, an sich schon stundenlang, oft 20 und 30 km vom Zentrum der Stadt liegen. Sie werden als Promenaden und als Spielplätze für die Jugend benützt, und der Verkehr nach und von ihnen verteilt sich auf die ganze Woche. Daneben sind, zumeist von Privatgesellschaften, überall besondere *Vergnügungsparke* eingerichtet, die, oft inmitten alter und unberührter Natur, eine Unmenge von Anstalten besitzen, die wir zwar als Jahrmarktsbelustigungen bezeichnen würden, die jedoch ins Riesenhafte übersetzt und daher manchmal bewundernswerte Leistungen der Technik sind, und deren massenhafter Benützung der Amerikaner sehr viel Geschmack abgewinnt. Konzerthallen und Restaurants ergänzen den Bestand solcher Parke. Gelegentlich sind mit ihnen grosse Sportplätze verbunden, öfter aber beanspruchen diese an besonderen Orten grosse Komplexe für sich allein, so namentlich der nationale Ballsport; Seen und Flüsse gesellen ihnen Bade- und Rudersport-Anlagen bei. Alle diese Plätze liegen wieder in bedeutenden Entfernungen von der sie besuchenden Stadt, manchmal 40, 60, 70 km davon weg. Nach ihnen oder an ihnen vorbei führen nun ebenfalls diese Interurbanlinien. Oft gehören solche Parke diesen Bahngesellschaften selbst und bilden mit allem was darin ist eine gemeinsame Unternehmung mit dem Bahnbetrieb zusammen. Die Sportplätze werden nicht nur zu jeder Zeit von einem „oberen Teil" der Bevölkerung besucht, sondern das ganze Volk der Grosstädte drängt sich an den fast überall freien Samstagnachmittagen und an den Sonntagen dorthin und in diese Vergnügungsetablissements im Freien. Auch an den warmen Sommerabenden scheut man am frühen Feierabend die Fahrt nicht und drängt sich dort zu vielen Tausenden. Dadurch erwächst diesen Vorort- und Interurbanlinien ein sehr grosser Personenverkehr, der die Eigentümlichkeit hat, zu gewissen Stunden eine ganz enorme Dichtigkeit anzunehmen, für welche wir bei uns keine Beispiele besitzen.

Die Interurbanlinien besorgen ferner den Verkehr zwischen den im Lande zerstreuten Farmen und den Städten, allerdings meist nur Personenverkehr, der aber dem Publikum sehr bequem gemacht wird. Wo an diesen Linien eine Farm steht, oder ein Fussweg von solcher her auf die Bahn ein-

mündet, halten im Allgemeinen die Züge dieser Interurbanlinien dem dort im Freien mit aufgehobener Hand oder Nachts mit Licht das Haltezeichen gebenden Fahrgast zur Aufnahme an, oder sie setzen den Mitgeführten auf Verlangen dort ab, obwohl ihre Geschwindigkeit an jenen Stellen, wenn ein Anhalten nicht begehrt wird, diejenige unserer Vollbahnschnellzüge meist übersteigt.

Ein Charakteristikum dieser Interurbanlinien ist der möglichst *direkte Verkehr von Haus zu Haus zwischen Grosstadt und Land.* Zur Erreichuug dieses Zweckes besteht bei allen diesen Interurbanlinien die Einrichtung, dass ihre schweren und grossen, für den Fernschnelltransport bequem eingerichteten Wagen oder Züge von bestimmten, möglichst im Zentrum der Grosstädte gelegenen Punkten der städtischen Strassenbahnnetze ausgehen bezw. nach diesen hineinfahren, die Geleise der letztern durch die ganze Stadt mit der dort zugelassenen reduzierten Geschwindigkeit befahren, und gleich wie die Wagen der Stadtstrassenbahn überall anhalten zur Aufnahme und Abgabe von Passagieren. Ausserhalb der Stadt nehmen ihre Züge dann die grösstmöglichen Geschwindigkeiten an, meist bis 95 km per Stunde, unter Anhalten an fakultativen Haltestellen wie bereits beschrieben, während sie beim Passieren durch die kleineren Landstädte sich bezüglich Geschwindigkeit und Anhalten wieder als Trams verhalten. Hierdurch bieten sich nun dem Fahrgast die Vorteile des Transports von Haus zu Haus, es werden ihm die Gänge oder Sonderfahrten zwischen dem oft sehr entfernten Bahnhof der Haupt- und Fernbahn und dem Hause erspart. Dabei gibt es unter den Zügen dieser Bahnen zu passender Zeit stets auch solche, die nur in gewissen weiter auseinanderliegenden Städten Passagiere aufnehmen und abgeben, an Zwischenstellen aber nicht anhalten, also eine Verbindung des städtischen Strassentrams mit dem Fernschnellzug (sogenannte „limited trains“). Die Verbindung zwischen Strassenbahndienst und Fernverkehr wird organisatorisch entweder durch besonderes Übereinkommen zwischen der Strassenbahngesellschaft und der Interurbanliniengesellschaft erreicht, oder es gehören beide Bahnnetze einer und derselben Gesellschaft.

Auf den Interurbanlinien wird meist auch *Gepäck* in entsprechenden Wagenabteilen geführt. Manche haben einen eigentlichen *Stückgüterverkehr* in besonderen Güterwagen. Derselbe alimentiert sich z. B. aus Sendungen von Fabrikaten; an einigen Orten beschlägt er *landwirtschaftliche Produkte,* namentlich den Transport von *Früchten* von den Farmen direkt auf den Markt der Stadt. Auch *Grossgüterverkehr* kommt auf diesen Interurbanlinien etwa vor; ganze Güterwagenzüge werden zwischen den mit Spezialgeleisen der Interurbanlinien bedienten industriellen Etablissements in der Provinz und Übergangsstationen der Fernvollbahnen befördert.

Der Personenverkehr der Interurbanlinien führt zu einem *tramartigen Fahrplan,* d. h. zu einer hohen Zugsfrequenz, die auf den inneren Strecken etwa 20—30 km weit meist zirka 40, ja ausnahmsweise bis 70 Züge per Tag in jeder Richtung beträgt, auf die grössten Entfernungen bis 100 und mehr Kilometer noch etwa 20 Züge per Tag und Richtung. Dabei bestehen diese Züge je nach der Verkehrsdichtigkeit aus einzelnen bis zu einer grösseren Anzahl von Wagen. In der *häufigen Fahrgelegenheit* dieser elektrischen Linien liegt ein weiterer Hauptvorteil für das Publikum gegenüber den parallellaufenden Fernvollbahnen oder Dampflokalbahnen, die weniger Züge aufweisen.

Die Interurbanlinien dienen nach amerikanischen Begriffen einer Art Lokalverkehr, der sich aber über viel *grössere Distanzen* erstreckt als wir für Lokalverkehr gewöhnt sind. In den Entfernungen kommt daher diese Art

„lokaler“ Bahnen unseren Vollbahnen gleich, manche unserer schweizerischen Vollbahnen übertrifft er. Die einzelnen Äste dieser Interurbanlinien erreichen, vom Zentrum aus gerechnet, manchmal 80 und 100 km, ja bis 130 km. Dazu stossen dann etwa in Landstädten mehrere von verschiedenen grossen Zentren ausgehende solche Interurbanlinien zusammen, so dass man auf solchen elektrischen Nebenbahnen, nach ihrer Konstruktion meist „trolley lines“ geheissen, von einem grossen Zentrum bis zum andern 150, 200 und mehr Kilometer weit fahren kann. Durch die Art ihres Verkehrs für Personen und Stückgüter sind manche dieser Bahnen mit dem vergleichbar, was in Deutschland namentlich unter dem Namen „Lokalbahn“ oder „Kleinbahn“ bekannt ist; an Distanzen und allgemeinem Umfang aber übertreffen sie diese wieder weitaus.

In der *Geschwindigkeit* endlich überholen alle diese Interurbanlinien die Schnellzüge unserer grössten Vollbahnen.

## Die städtischen Strassenbahnen

unterscheiden sich von den unsrigen durch folgendes: Sie sind alle normalspurig (wie überhaupt sozusagen alle, auch die kleinsten Bahnen Nordamerikas); sie führen bei mindestens gleicher, meist höherer Zugsfrequenz als unsere bedeutendsten Betriebe ähnlicher Art grössere Zugsgewichte, d. h. grössere, schwerere Wagen, von etwa zweifachem Fassungsvermögen als die in der Schweiz gebräuchlichen. Da über die Maximalzahl der aufzunehmenden Fahrgäste Vorschriften weder behördlich noch von Seiten der Gesellschaften bestehen, führen die einzelnen städtischen Strassenbahnwagen in den Stunden des Andrangs regelmässig je za. 100 und auch mehr Personen. Diese Stunden der Steigerung der Zahl der Fahrgäste treten infolge der amerikanischen Geschäftsgewohnheiten viel regelmässiger auf als bei uns und die Steigerung des Verkehrs ist aus demselben Grunde viel intensiver.

Unsere Bilder Nr. 1 und 3 geben einen schwachen Begriff von der Frequenz der Strassenbahnen amerikanischer Grosstädte zu gewissen Stunden. Das Bild Nr. 3 zeigt eine Ansammlung von Wagen, wie sie zu solchen Stunden täglich in New-York zu sehen ist, z. B. wo kreuzende Linien oder der übrige kreuzende Verkehr kein absolut ununterbrochenes Fortlaufen der Wagen ermöglicht. Im Bilde Nr. 1 ist die regelmässige Besetzung des Broadway in New York mit Oberflächen-Strassenbahnwagen zu ersehen.

Neben der Personenbeförderung besorgen in fast allen grösseren Städten auch die reinen Stadtstrassenbahnen mancherlei anderen Dienst. Einmal führen sie *Frachten* für ihren eigenen Bedarf, oft in längeren Zügen, über die Strassengeleise. So Material für ihre Erweiterungsbauten und Reparaturen, Schienen, Kies und drgl., z. T. mit Normalbahngüterwagen, z. T. mit eigenen Last- und besonderen Triebfahrzeugen. Sodann versehen manche den Ortsdienst der *„Expressgesellschaften“*, welche durch die ganze Union die Paket- und Kleingüterbeförderung besorgen, sowohl innerhalb der Städte an Stelle der dort unbekannten Gepäckträger, als besonders im Fernverkehr an Stelle der Post, die i. A. in Nordamerika keine Pakete befördert. Es fahren dazu einzelne Expressmotorwagen auf den Geleisen der städtischen Strassenbahnen, entweder in deren eigenem Betrieb, oder unter Entschädigung für Strom und Geleise im Betrieb der Expressgesellschaften selbst. In ähnlicher Weise werden in Grosstädten Sammel- und Verteilfourgons der *Unionspost* als Strassenbahnwagen befördert. Mancherorts

werden auch Wagen für *Privatzwecke*, z. B. für Reklame, vermietet. Dass daneben auch alle bei uns bekannten technischen Verwendungen von Motorwagen, so für Strassenreinigung, -Bespritzung u. s. w. sich ebenfalls finden, ist wohl selbstverständlich.

Folgende Zahlen mögen noch weiteres Licht auf die Dichtigkeit des Strassenbahnverkehrs amerikanischer Grosstädte werfen:

In New York ergaben Zählungen am 29. Dezember 1902, dass die Kreuzung der 59. Strasse mit Madison Ave. passiert wurde von Fahrgästen der Strassenbahn: morgens zwischen 7 und 8 Uhr von 4700 Fahrgästen in der Richtung nach Süden und von 600 Fahrgästen in der Richtung nach Norden; abends zwischen 6 und 7 Uhr von 7600 Fahrgästen in der Richtung nach Norden und von 500 Fahrgästen in der Richtung nach Süden.

Die Kreuzung Broadway und 23. Strasse passierten in einer Stunde 573 Strassenbahnwagen, während an derselben Stelle vormittags zwischen 11 und 12 Uhr 1920 gewöhnliche, den Tramverkehr «störende» Fuhrwerke passierten.

An der Kreuzung 8. und Market-Strasse in Philadelphia beobachtete man zwischen 5 und 6 Uhr abends 315 passierende Strassenbahnwagen.

## Stadtbahnen.

Als solche sind nach unserer Bezeichnung nur Hoch- und Untergrundbahnen verstanden, die im Gegensatz zu den städtischen Strassenbahnen einen, von dem allgemeinen Verkehr vollständig abgetrennten und i. Allg. unzugänglichen eigenen Bahnkörper besitzen, wenn sie auch in ihrer Verwendung als *Vorortbahnen* stellenweise wieder *Oberflächenbahnen* werden. Sie haben die Verhältnisse der städtischen Strassenbahnen mit Bezug auf die *hohe Zugsfrequenz,* welche diejenige der Strassenbahnen teilweise noch übersteigt. Anderseits kommen sie in den *Zugsgewichten* und den *Geschwindigkeiten* unseren Vollbahnen gleich. In den *Stationsdistanzen* halten sie das Mittel zwischen unseren Strassenbahnen und den Lokalzügen unserer Vollbahnen oder Sekundärbahnen. Mit Bezug auf *Kraftleistung* stellen manche von ihnen unsere Vollbahnen in den Schatten, sowohl was Leistung in voller Fahrt, als namentlich während der Beschleunigung anbelangt. Die *Verkehrsarbeit* der grossen amerikanischen Stadtbahnen, ausschliesslich für Personenverkehr, übersteigt diejenige unserer grössten schweizerischen Vollbahnnetze. Die *Ausdehnung der Netze* ist eine beträchtliche; die einzelnen Äste erreichen innerhalb der Städte Längen von 20 und mehr Kilometern, wozu noch grössere Vorortstrecken kommen.

## Die Fernvollbahnen,

welche elektrischen Betrieb haben, gehen in Bezug auf Zugsgewicht, Frequenz, Geschwindigkeit und Beschleunigung im allg. ganz wesentlich weiter, als unsere Vollbahnen mit Dampfbetrieb. Indessen handelt es sich hier bis jetzt jeweilen lediglich um den elektrischen Betrieb eines *Teils* der gesamten Netze, entweder nur durch die Städte in Tunnels und Einschnitten, oder bis zu einer gewissen Entfernung von den Städten, soweit ein intensiver und sehr frequenter Vorortverkehr herrscht, der sich aber wieder auf weit grössere Distanzen als bei uns erstreckt. Im Übrigen kommen hier alle Verkehrsarten vor, insbesondere wohl die schwersten Güterzüge der Welt.

# Einiges über die in Nordamerika verwendeten, normalen Ausrüstungen für elektrische Triebfahrzeuge.

Um diese Dinge nicht bei den einzelnen Bahnen wiederholen zu müssen, sei zunächst Einiges über die in Nordamerika gebräuchlichen, gewöhnlichen Ausrüstungen von Motorwagen für elektrische Traktion angeführt. Die Ausführungen sind in weitgehendem Masse normalisiert. Es hängt das vor allem damit zusammen, dass, wie in der Einleitung bemerkt, die Ausrüstungen in ihrer grossen Mehrzahl von nur zwei grossen Firmen, der *General Electric Co.* und der *Westinghouse Electric & Mfg. Co.,* geliefert werden, in deren Werkstätten und Versuchsanstalten in Schenectady und East Pittsburg bezw. Wilmerding uns die Hauptstücke vorgeführt wurden. Die Vorteile solcher Normalisierung für Konstrukteur wie Betriebsunternehmung liegen auf der Hand und zeigen sich in Nordamerika im besten Lichte. Diese einheitliche Gestaltung hat aber ohne Zweifel auch dazu beigetragen, dass man sehr lange fast ausschliesslich auf dem einen System des Gleichstroms von 500—600 Volt Spannung verblieb, und selbst für Fälle, in denen andere Systeme offenbar wirtschaftlichere Anlagen ergeben müssten, erst verhältnismässig spät an diese anderen Lösungen herantrat.

## Gleichstrom-Bahnmotoren.

Da in Nordamerika mit verschwindenden Ausnahmen alle Bahnen, auch die kleinsten mit (unserer, englischen) *Normalspur* ausgeführt werden, handelt es sich durchweg um Motoren für diese Spur. Dies erleichtert die Konstruktion wesentlich. Lieferungen nach Europa haben den Amerikanern erst die grössern Schwierigkeiten von Motoren für Schmalspur gebracht.

Die Konstruktion im Allgemeinen weicht bei den normalen Motoren für Motorwagen wenig von der bei uns in den letzten Jahren gebräuchlichen und bekannten ab, die allerdings zu einem grossen Teil aus Nordamerika herübergekommen ist.

Durchweg wird einfacher Zahnradantrieb verwendet.

Die Aufhängung ist in überwiegendem Masse die auch bei uns gebräuchlichste: Das Gehäuse umfasst an seinem einen Ende mit zwei Lagern starr die Radachse, und ist am andern Ende, nach oben und unten (meist mit starken Stahlfedern, selten mit Gummipuffern) federnd, am Untergestell aufgehängt. Diese Aufhängung, gelegentlich etwa „Schubkarrenaufhängung“ genannt, heisst drüben meist „nose suspension“, bei Anwendung einer Aufhängetraverse auch „crossbar suspension“. Sie kommt auch bei grossen Motorwageneinheiten

(200 PS Untergrundbahn New-York und Long Island-Bahn, General Electric Co. und Westinghouse) vor. Westinghouse verwendet daneben (wir sahen sie aber selten) die sogenannte „side bar suspension" und eine „Wiegenaufhängung" („cradle suspension"), welche sich von der vorigen dadurch unterscheiden, dass der Motor nicht direkt mit jener Feder auf dem Untergestell sitzt, sondern diese Feder zunächst eine Barre oder eine „Wiege" trägt, deren anderes Ende wieder federnd über der Triebachse ruht, und der Motor erst an jener Barre oder Wiege über seinem Schwerpunkte aufgehängt ist.

Bei stets 4-poliger Ausführung, mit Polachsen unter 45° gegen die Horizontale, sind die Gehäuse fast durchwegs horizontal geteilt. Die Teilung geht bei den älteren Modellen, wie auch bei uns üblich, vollständig durch, auch durch die Triebachsenlager. So auch bei den 200 PS-Motoren der Newyorker Untergrundbahn von Westinghouse. Bei einigen Typen der Westinghouse Co. (älteren wie auch neueren, z. B. von 75 PS) bleiben die Triebachsenlager ganz, und sind die Scharniere für das Herunterlassen der unteren Hälfte nach der anderen Seite verlegt.

Bei den neueren Westinghouse-Typen sitzen die Ankerlager-Büchsen in kreisrunden kleinen Schilden, an welche ein Schmierkasten für kombinierte Öl- und Fettschmierung, die sehr gerühmt wird, angegossen ist; der Schild ist in die beiden Gehäusehälften eingedreht und für sich herausnehmbar.

Die grösseren Motoren der General Electric Co., z. B. die 200pferdigen für die Newyorker Untergrundbahn und diejenigen für verschiedene Hochbahnen, haben *ungeteilte* Gehäuse; die Ankerlager sitzen dabei in ganz grossen, die ganze Seite der Gehäuse bildenden, seitlich wegnehmbaren Schilden. Bei diesen Bahnen werden im Falle Motorendefektes meist nicht erst die Motoren aus dem Drehgestell herausgenommen, sondern der Wagen wird rasch mit einem vollständigen, intakten Drehgestell versehen, um sofort wieder dienstfähig zu sein; die Motoren können dann also nachher von der Seite und von oben behandelt werden.

Eine neuere Konstruktion der G. E. Co. verwendet eine horizontale Teilung des Gehäuses in etwa $^2/_3$ der Höhe, ebenfalls in Verbindung mit Anbringung der Ankerlager an kreisrunden, herausnehmbaren Schilden und besonderer Teilung der Triebachsenlager; diese Art ist mehr für das eben erwähnte Reparaturverfahren gebaut.

Bei Westinghouse waren auch neuere, grössere Typen mit unter 45° gegen die Horizontale geneigter Teilungsebene, mit horizontalen, bezw. vertikalen Polachsen, zu sehen.

Die Gehäuse der Hochbahnmotoren sind *ventiliert* durch kleine, mit Lochblech teilweise geschlossene Fenster.

Die *Pole* sind durchweg aus zusammengenieteten Blechen hergestellt und meist von aussen mit Bolzen am Gehäuse befestigt. Spulen meist ohne besondere Hülsen, mit wasserdichter Umhüllung.

*Die Anker* sind überall im Kern kräftig ventiliert, wie auch bei uns üblich; durch die Form der Versteifungen in den Ventilationsräumen zwischen den Blechen wird die Luft meist vom Zahnradende angesaugt und gegen die Pole hinausgetrieben. Bewicklung meist aus Flachkupfer, die einzelnen Spulen mit Mika isoliert, mehrere Spulen wieder zu einem Ganzen vereinigt und wasserdicht und ölsicher verpackt, genau in Formen gepresst und gegeneinander auswechselbar, die oberenSpulen jeweilen ohne Wegnahme anderer. Grosse, offene Nuten, dreifach (auch mit Mika) ausgekleidet, meist durch Fiberkeile geschlossen.

*Kollektoren* aus hartgezogenem Kupfer; auf festes Pressen und gründlichstes Ausdörren wird grösste Sorgfalt verwendet.

Es werden fast nur bestimmte *Normaltypen* angefertigt, und zwar von 25 bis 150 PS in jeder Fabrik etwa 6 bis 8 Nummern. Es wird jeweilen eine sehr grosse Zahl gleichartiger zugleich in Arbeit genommen. Auch Motoren von *125* und *150* PS werden regelmässig in grösserer Zahl für Überlandbahnen und Hochbahnen, solche von 200 PS für letztere gebaut.

Man sieht in den genannten zwei Fabriken tatsächlich *tausende* von Motoren gleichzeitig in Arbeit. So z. B. sahen wir bei Westinghouse nebst vielen anderen 300 Stück von der grossen Type für die Chicago Hochbahnen.

Die *Fabrikation* ist dementsprechend eingerichtet. Ankerlager, Ankerbohrung und Achsenlager werden stets gleichzeitig ausgebohrt; bei Westinghouse sahen wir eine Vielfach-Bohrmaschine mit verstellbaren Spindeln, welche die sämtlichen, zur Teilungsebene des Gehäuses senkrechten Löcher gleichzeitig bohrte. Die Gehäuse, die wir dort in recht komplizierten Formen sahen, zeigten einen wundervoll ausgeführten Stahlguss.

Die *Prüfung* der Bestandteile wie der fertigen Motoren ist eine sehr sorgfältige, und die Einrichtungen erlauben rascheste Ausführung derselben. Jede fertige Ankerwicklung wird z. B. in der G. E. Co. einmal Spule für Spule mit Strom geprüft, welcher durch zwei dünne, je zwei aufeinanderfolgende Kollektorsegmente einzeln berührende Bürsten zu- und abgeführt wird, sodann als ganze Wicklung mit einem Anlege-Transformator, bei dem der Ankerkern das Schlussstück und die Wicklung die Sekundärwindung darstellt. Kollektor wie Wicklung werden dann mit 4000 V Wechselstrom gegen Gestell bezw. Eisenkern geprüft. Der Wickler erhält seine Bezahlung nur für diejenigen Wicklungen, die diese Proben bestehen. Die fertigen Motoren werden nochmals mit hoher Spannung auf Isolation geprüft, und sodann alle im Leerlauf, die grösseren sämtlich durch Belastung in der Stundenprobe auf Erwärmung. Die „Normalleistung" (rating capacity) wird genau als solche bestimmt und bezieht sich wie bei uns auf einstündige Leistung, unter Erhöhung der Temperatur um nicht mehr als 75° C. Daneben wird für jeden Motor die Dauerleistung und die Maximalleistung angegeben; die Diagramme der Fabriken enthalten auch fast immer sehr wertvolle Kurven über die zulässige Dauer von Überlastungen vom kalten wie vom betriebswarmen Zustande aus.

Die *Gewichte* dieser Motoren gehen z. B. bei Westinghouse für Motoren von 20 bis 75 PS Normalleistung ohne Getriebe von 33 bis 20 kg pro PS Normalleistung, und von 38 bis 23 kg samt Zahnradgetriebe; die *Wirkungsgrade* im Maximalwert für dieselben Leistungsgrenzen von 85 bis 89 % ohne Getriebe und von 80 bis 86 % mit Getriebe.

## Steuerschalter („Controller").

Die gewöhnlichen Steuerschalter für Bahnen zeigen i. allg. keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den gegenwärtig bei uns gebräuchlichen, deren Konstruktion aber bekanntlich grossenteils auch aus Nordamerika stammt. Diese Konstruktionen sind im wesentlichen durch die Patente der G. E. Co. beherrscht. Die äussere Form ist die bei uns bekannte: Anordnung mit vertikalen Schaltwalzen, ausnahmslos eine Hauptwalze für die Fahrstufenschaltungen, und eine besondere Wendewalze für Änderung der Fahrrichtung, beide mit der bekannten Verriegelung und Verbindung. Funkenlöschung ausnahmslos durch Elektro-

magnet; fast immer ein besonderer Löschmagnet von schmalem, rechteckigem Querschnitt, auf der Rückwand des Gehäuses sitzend und als andern Pol am vordern Ende die bekannte herausklappbare Gussplatte tragend, welche die mit Hartasbest bekleideten Scheidewände zwischen den Kontaktfingern trägt. Am meisten verwendet:

Die *Type L* für Serie-Parallelschaltung und Widerstände, ohne elektrische Bremse; bei dieser Type wird im Übergang von Serie- auf Parallelschaltung der ganze Stromkreis unterbrochen. Daneben auch

die *Type K*, gleicher Art, jedoch mit der bekannten Neben- bezw. Kurzschliessung des einen Motors im Übergang auf die Parallelschaltung.

Die *Typen B*, welche ausserdem Kontakte für die elektrische Kurzschlussbremsung besitzen, findet man selten verwendet, da die schweren amerikanischen Wagen auch bei den gewöhnlichen städtischen Strassenbahnen fast durchweg mit sehr wirksamer Luftbremse ausgerüstet sind.

Alle diese Typen findet man in beiden erwähnten Fabriken stets zu vielen hunderten in Arbeit.

## Vielfachsteuerungssystem („Multiple unit system“).

Die Einrichtungen dieser Steuerungsart, die den Motorwagenbetrieb ganzer Züge erst rationell ermöglichte, sind in Nordamerika zu einem hohen Grade der Vollkommenheit ausgebildet worden, und in tausenden von Exemplaren in Anwendung.

Ihr Zweck ist bekannt: Man will von einer zentralen Stelle, i. allg. dem Führerstand des vordersten Wagens aus, sämtliche Motoren eines ganzen Zuges durch einen einzigen Mann gleichzeitig „steuern“, d. h. in Zugkraft und Geschwindigkeit regulieren, und zwar derart gleichmässig, dass sich die Leistung richtig auf alle Motoren verteilt. Beim wirklichen Vielfachsteuerungssystem soll überdies diese Stelle insofern eine *beliebige* sein, als jeder beliebige Wagen zur Steuerstelle soll werden können, auch alle Motorwagen gleich ausgerüstet sind behufs beliebiger Zugskomposition.

Als Nebenzweck, der bei grossen Leistungen indessen wichtig ist, wird erstrebt, die sonst schwierige Schaltung sehr starker Ströme aus der dafür konstruktiv ungeeigneten, zusammengedrängten Form einer Steuerwalze mit vielen Kontaktfingern auf viele einzelne, zweckmassiger herstellbare grössere Schalter zu verlegen.

Die schon im Jahre 1885 von Sprague auf der Newyorker Hochbahn versuchte Idee einer Zentralsteuerung, die in grösserem Masstabe seit 1898 auf der South Side Elevated Ry. in Chicago verwendet wurde, hat mancherlei Umwandlungen erfahren. Die radikalste gegenüber der ursprünglichen Ausführung, bei welcher die gewöhnlichen Steuerwalzen der einzelnen Wagen verwendet und durch eine Hilfseinrichtung Schritt für Schritt von der Zentralsteuerung gedreht wurden, war die erwähnte Einführung besonderer, geräumig konstruierter Einzelschalter für die Öffnung und Schliessung der Arbeitsstromkontakte an Stelle der Kontaktwalzeneinrichtung.

Diese Einzelschalter, in Amerika *„Kontaktoren“*, in Deutschland etwa *„Schützen“* genannt, übernehmen also die Rolle der vereinigten Kontaktfinger und Walzenkontakte des gewöhnlichen, direkten Steuerapparates; sie finden sich auf jedem Motorwagen, möglichst in der Nähe der Motoren; ebenso ein besonderer *„Wendeschalter“* für die Umkehr der Ankerstromrichtung. Sie werden aber

nicht von Hand bedient, sondern durch Zwischenmittel, in letzter Instanz durch einen relativ schwachen *Steuerstrom,* der seinerseits durch einen kleinen *Haupt- oder Zentral-Steuerschalter* („master controller") in die verschiedenen Zwischenorgane entsendet wird. Dieser Hauptsteuerschalter wird durch die Hand des Führers bewegt und muss sich somit in jedem Motorwagen vorfinden. Auch müssen sämtliche, den Steuerstrom empfangenden Zwischenorgane oder Betätigungsmittel bei Verwendung *irgend* eines der Hauptsteuerschalter, der gerade benützt wird, bedient werden. Durch den ganzen Zug laufen somit Leitungen für den Steuerstrom und es sind von Wagen zu Wagen *Steuerstromkupplungen* nötig, währenddem der Fahrstrom i. allg. jedem Motorwagen durch seine eigenen Stromabnehmer zugeführt wird.

## Das „Sprague-General Electric Type M" Steuerungssystem.

Das neue Vielfachsteuerungssystem der G. E. Co. ist schon seit mindestens fünf Jahren in praktischem Gebrauch und anstandslosem Betrieb, so auf der Newyorker Hochbahn z. B. seit 1902. Es verwendet als Steuerstrom direkt den Arbeits-Gleichstrom der Bahn mit 500 bis 600 V Spannung.

Der Stromlauf in jedem Wagen ist folgender: Vom Stromabnehmer führt der Strom durch Haupthandschalter einerseits in den Arbeits-, anderseits in den Steuerstromkreis. Im erstern durch Hauptsicherung nach den, den gewöhnlichen Handsteuerapparat ersetzenden „Kontaktoren", die ihrerseits mit den Vorschaltwiderständen und den Motoren wie gewöhnlich verbunden sind, ebenso wie der separate Wendeschalter. Der Steuerstromkreis führt zum „master controller", dem Steuerstromschalter auf dem Führerstand, in welch letzterem auch ein kleiner Verteilungskasten der Steuerstromleitungen angebracht ist. Von diesem gehen die Verbindungen einerseits durch Sicherungen nach den Betätigungsmagneten der Kontaktoren und des Wendeschalters (z. T. durch vorgeschaltete Steuerstrom-Widerstände, die später zu erörtern), anderseits nach parallelgeschalteten Stöpselbüchsen an beiden Wagenenden, welche durch mehradrige Kupplungskabel mit den korrespondierenden Büchsen der benachbarten Wagen verbunden werden. Sind im Wagen zwei Führerstände vorhanden, so ist in jedem derselben ein Hauptsteuerschalter und ein Verteilungskasten des Steuerstroms in ganz gleicher Anordnung vorhanden und die zwei Verteilungskasten sind unter sich parallel verbunden.

Die Betätigung irgend eines Hauptsteuerschalters sendet, zufolge der Parallelschaltung durch die Verteilungskasten und die Kupplungskabel des Steuerstroms, die erforderlichen Steuerströme gleichzeitig in die gleichnamigen Kontaktoren sämtlicher Motorwagen des Zuges; die nicht bedienten Hauptsteuerschalter bewegen sich dabei selbstverständlich nicht und bleiben in der Nullstellung, wobei die durch sie gehenden Stromkreise in ihnen geöffnet sind.

Der Arbeitsstrom der Motoren eines Wagens bleibt i. allg. auf den betreffenden Wagen beschränkt und zirkuliert vom Stromabnehmer durch Vermittlung der Stromschützen durch Widerstände und Motoren zur Erde. Nur in einigen besonderen Fällen ist eine durch den ganzen Zug durchgehende Leitung auch für den Arbeitsstrom durch besondere Kupplungen vorhanden (Parallelschaltung der Stromabnehmer).

Die *Kontaktoren,* von denen jeder eine Kontaktstellung des gewöhnlichen Handkontrollers ersetzt, sind für sichere Schliessung und Unterbrechung sehr starker Ströme gebaut. (Sie werden bei Lokomotiven für bis einige tausend

Ampères verwendet). Der Stromschluss geschieht zwischen einem festen und einem vertikal nach unten beweglichen starken, etwas federnden Kupferstück; die beiden Stücke haben etwa die Form der Lippen eines Mundes, von denen beim Öffnen und Schliessen die untere eine, die Flächen aufeinander reibende Lippenbewegung macht. Gewicht und eine starke Feder halten den Kontakt geöffnet; geschlossen wird er durch den Elektromagneten des Steuerstroms, welcher durch Anziehen seines Ankers die Kraft der erwähnten Feder überwindet und die untere Lippe nach oben drückt. Ein kräftiger Löschmagnet, beim Öffnen eines Kontaktors jeweilen vom Arbeitsstrom durchflossen und hinter dem „Kontaktmaul" angebracht, presst die vertikale Funkenbahn horizontal nach aussen zwischen starken Hartasbestwänden, zwischen welche die Lippenöffnung hineinragt. Die Kontaktoren werden jetzt stets in einer geraden Reihe längs des äusseren Längsrandes des Wagenbodens an diesem aufgehängt, ihre Mäuler nach der Aussenseite des Wagens öffnend, in Gruppen von einigen Stück in einem Schutzkasten vereinigt. Wir konnten uns bei Proben und im Dienst wiederholt von der prompten Löschung der Lichtbogen, selbst von sehr starken Strömen, und von der guten Erhaltung eines sauberen Kontaktes überzeugen.

Zur Abgleichung der Wirkung der Betätigungsmagnete der verschiedenen Kontaktoren, von welchen im Verlaufe der Operationen eine wechselnde Zahl in Reihe oder parallel geschaltet werden, durchfliesst der Steuerstrom für einzelne dieser Betätigungsspulen noch *Steuerstromwiderstände,* welche in einem besonderen Blechkasten vereinigt sind.

Der *Wendeschalter* wird ähnlich wie die Kontaktoren am Wagen untergebracht und geschützt. Sein beweglicher Kontaktteil bildet einen, um eine horizontale Achse um verhältnismässig geringen Winkel sich drehenden Metallrahmen, dessen beide Längsseiten die isolierten Kontaktstücke tragen zur Verbindung zwischen den links und rechts, ähnlich wie bei den gewöhnlichen direkten Steuerschaltern in einer Reihe berührenden Kontaktfingern. Der Wendeschalter hat zwei Betätigungsmagnete, für jede Stellung einen, der so lange Strom behält, als für diese Fahrrichtung geschaltet ist. Ein Funkenlöschmagnet ist auch hier vorhanden. Der Schalter verriegelt die Stromkreise so, dass die Motoren eines Wagens keinen Strom erhalten können, falls die Stellung des Wendeschalters aus irgend einem Grunde nicht derjenigen des Wendehebels des „master controller" entspräche.

*Die Steuerstromkupplungen* bestehen aus folgenden Teilen: An jedem Wagenende eine zylindrische Kontaktdose (Zylinderachse horizontal), die in ihrem vertieften Boden, in Isoliermaterial eingelassen, Kontaktstiften enthält, die über die Isolierplatte vorragen, gegenüber dem Dosenrand jedoch zurückstehen. Dazu der bewegliche Kupplungsteil: Ein mehradriges (meist neunadriges), elektrisch gut isoliertes und mechanisch sehr solid (mit Metallspiralrohr) geschütztes Kabelstück, beidseitig endigend in Kontaktröhrchen, die in einem Isolierklotz eingelassen, der seinerseits von einer ringförmigen metallenen Fassung umschlossen ist. Die Stromkontakte sind hier vertieft angebracht. Das Einstöpseln in die Dosen am Wagen kann nur in der richtigen Lage der verschiedenen Leiter geschehen. Kupplungsstücke und Dosen sind sehr zweckmässig gegen Eindringen von Regenwasser geschützt; an der Dose klappt nach Ausziehen des Stöpsels sofort ein Deckel über. Die federnden Kontakte sichern gute Verbindung, bei zufälliger Trennung eines Zuges gehen aber die Kupplungsteile notfalls, ohne Schaden zu nehmen, auseinander.

Der *Hauptsteuerschalter* („master controller"): Er kommt in zwei Ausführungen vor. Die verbreitete, normale und ältere Form hat vollständig die gebräuchliche Anordnung eines direkten Steuerschalters mit einer Hauptregulierwalze mit Kurbel und einer Wendewalze mit kurzem Handgriff; es sind lediglich die Grundrissdimensionen wesentlich kleiner als beim direkten Steuerschalter.

Da dieser Steuerschalter im Allgemeinen für die Führung eines Zuges aus mehreren Wagen, für bedeutenderen Verkehr, bestimmt ist und zunächst für Hochbahnen gebaut wurde, ist er mit dem sogenannten „Totmanns-Knopf" ausgerüstet: Der Kurbelgriff des Hauptschalters endigt oben in einen kleinen, in ihm nach unten beweglichen Knopf. Dieser drückt auf den Hebel eines kleinen Gestänges, welches einen besonderen Steuerstromkontakt im Innern des Hauptsteuerapparates betätigt, und zwar derart, dass der Steuerstrom überhaupt nur geschlossen ist, wenn der Knopf niedergedrückt wird. Der Führer hat daher diesen Knopf beständig (mit dem Daumen der rechten Hand) niedergedrückt zu halten. Würde er unaufmerksam oder ihm etwas zustossen, so würde der Druck auf diesen Knopf unterbleiben, und dies hätte sofortige Unterbrechung des Steuerstroms und damit der Arbeitsstromzufuhr zu den Motoren zur Folge. Oft ist mit dieser Vorrichtung verbunden eine Auslösung der automatischen Westinghouse-Bremse, wodurch der ganze Zug gestellt wird.

Für einfachere Verhältnisse wird der Hauptsteuerschalter auch ohne diese Vorrichtung und mit nur einer Kurbel ausgeführt; er ist alsdann gegenüber den gewöhnlichen Handsteuerschaltern auch in der Höhe auf etwa $^1/_3$ reduziert.

Der entnommene *Steuerstrom* liegt in seiner Stärke etwa zwischen $1^1/_2$ und $2^1/_2$ Amp., wobei die Steuerung von 300 bis 600 V mit denselben Apparaten sicher funktioniert. Die $2^1/_2$ Amp. reichen für Wagenausrüstungen bis 400 PS Normalleistung aus.

In den neueren Ausführungen ist ein *Strombeschränkungsrelais* vorhanden, wie es bei dem später zu beschreibenden (Westinghouse'schen) System eingeführt worden war. Die Einrichtung ist folgende: Der Arbeitsstrom *eines* der Motoren jedes Motorwagens geht durch eine Solenoidspule, deren beweglicher Kern Kontakte des Steuerstroms geöffnet hält beim Anziehen und schliesst beim Fallenlassen. Dies bildet das „Current-limiting relay". Die Stromwege für die Betätigungsspulen der Kontaktoren sind nun derart, dass stets der Betätigungsstrom des in der Aktion beim Anfahren nächstfolgenden Kontaktors durch die vorerwähnten Kontakte des Strombeschränkungsapparates geht. Haben die Kontaktoren infolge des Drehens des Hauptsteuerschalters durch den Führer irgend eine neue Stellung eingenommen, arbeiten also die Motoren in irgend einer Schaltung mit den Widerständen, so ist zunächst der Strom in den Motoren, also auch in demjenigen, dessen Strom durch die Relaisspule fliesst, relativ stark. Der Solenoidkern ist daher angezogen, und der Steuerstromkreis für das Schliessen des *nächsten* Arbeitsstromkontaktors noch geöffnet. Erst wenn durch die Beschleunigung der Motorstrom auf einen gewissen, durch das Relais ein für alle Mal regulierbaren Wert gesunken, lässt dieses den Anker fallen und schliesst den Steuerstromkreis für den folgenden Kontaktor, welcher nun (wenn auch der Hauptsteuerschalter soweit gedreht ist, dass sein Kreis geschlossen ist) zum Schliessen kommt und damit die folgende Motorenschaltstellung herbeiführt (Ausschaltung eines Vorschaltwiderstandes, Uebergang von Serie zu Parallel u. s. w.). Dadurch steigt der Strom wieder und das Strombeschränkungsrelais unterbricht den Steuerstrom für den folgenden Kontaktor wieder solange. Das Eintreten der verschiedenen Schaltungen, bewirkt durch das sukzessive Einschalten der Kontaktoren, kann daher immer nur dann fort-

schreiten, wenn die Stromstärke jedes Motors wieder auf einen zugelassenen Wert gesunken ist; die Arbeitsstromstärke wird daher auch einen gewissen Wert während des ganzen Anlassens nicht überschreiten, ganz unabhängig davon, wie *rasch* der Führer die Kurbel des Hauptsteuerschalters dreht. Der Führer kann daher bei dieser Einrichtung die Kurbel von vorneherein sofort auf die für die betr. Fahrt nötige Endstellung — in den meisten Fällen überhaupt die äusserste Stellung — drehen; das erwähnte Relais bewirkt dann selbstätig das sukzessive Eintreten der nötigen Schaltungen, so rasch als dies ohne Überschreitung einer gewissen Stromstärke möglich ist. Diese Einrichtung bewirkt eine bedeutende Vereinfachung für den Führer, die Unabhängigkeit der Beschleunigung von den Eigenschaften des Führers, namentlich aber, wie die Praxis erwiesen hat, eine ganz bedeutende Schonung der Motoren und die Vermeidung unnötiger Stösse in der Stromlieferung von der Zentralen, besonders bei Bahnen mit wenigen Zügen. Sie wird daher nicht nur für die Stadtbahnen mit hoher Zugsfrequenz ganz allgemein, sondern auch für viele Überlandbahnen verwendet.

Die *Erklärung der einzelnen Funktionen* könnte nur an Hand eines vollständigen Stromverbindungsschemas gegeben werden. Es sei hier nur bemerkt, dass die Anordnungen nach allen Richtungen sehr durchdacht, durch Erfahrungen verbessert und nun seit mehreren Jahren unverändert bewährt und überall einheitlich durchgeführt sind. Wir verweisen z. B. auf die Druckschrift 4377 der General Electric Co. welche das ganze Schema und die ganze Konstruktion der einzelnen Teile zeigt. Diese und ähnliche Anordnungen haben sich in Nordamerika ganz allgemein eingebürgert.

Das Bild Nr. 87 zeigt die schematische Zusammenstellung der Apparate des Systems (für eine Stromzuführung durch Kontaktschuh), die Bilder Nr. 87 bis 93 geben Ansichten der einzelnen Apparate und ihrer Unterbringung am Wagen, z. T. für das eben beschriebene System G. E. Co., z. T. für das nachstehende der Westinghouse-Gesellschaft.

## The Westinghouse Unit Switch System of Multiple Control.

Das Westinghouse'sche Vielfachsteuerungssystem ist i. allg. ganz analog demjenigen der General Electric Co. Es bedient jedoch mit dem Steuerstrom nicht elektromagnetische Apparate, welche, direkt Kraft leistend, die „Kontaktoren" betätigen, sondern die ersteren lösen lediglich die Tätigkeit von *Pressluftkolben* vermittels Pressluftventilen aus. Es handelt sich also hier um ein elektropneumatisches System. Da Druckluft sozusagen auf allen elektrischen Bahnen Nordamerikas sowieso erzeugt wird für die Bremsung und andere Zwecke, so bildet der Bedarf von Druckluft an sich keine wesentliche Komplikation. Verwendet wird ein Druck von 75 Pfund per Quadratzoll, oder von 5,3 kg. per $cm^2$; für den Fall von Störungen im Luftkompressor ist ein für einige Zeit ausreichendes Druckluftreservoir vorhanden.

Die eigentliche Kontaktvorrichtung der *Kontaktoren* weist ähnliche Konstruktion auf wie bei der General Electric Co.; die Kontakte bilden ebenfalls die Lippen eines Mauls, wovon die untere durch eine Feder gesenkt wird, sodass der Kontakt also offen gehalten ist. Ein Luftdruckkolben schliesst ihn entgegen dieser Feder. Auch hier sind die Kontaktmäuler einzeln in Hartasbestkasten eingeschlossen, die nur nach der Ausblaseseite offen sind.

Die ursprüngliche, auch in den erhältlichen Druckschriften beschriebene Anordnung der Kontaktoren war die, dass sie sämtlich radial nach aussen an einem kreisrunden Gussgestell befestigt waren, in dessen Mitte ein Druckluftraum sich befand, mit den Zuführungen über Ventile nach den ringsherum bei jedem Kontaktor angeordneten kleinen Luftzylindern und Kolben. („Turret-controller"). Die Elektromagnete für die Ventilbetätigung waren ebenso angeordnet. Von dieser Anordnung, die sich als zu wenig zugänglich für Revisionen, als zu viel Platz erfordernd und zu schwer erwies, und welche unter anderem bei der Chicago South Side Elevated und der Brooklyn Elevated angewendet wurde und dort wohl teilweise noch im Betrieb ist, ist man vollständig abgegangen; die Kontaktoren werden heute ebenfalls in gerader Reihe aufgestellt und am äusseren Längsrande des Wagenbodens unter demselben montiert.

Die Betätigung durch *Druckluft,* zunächst als Komplikation erscheinend, hat dabei auch gewisse Vorzüge: Einmal lässt sie grösseren Weg, also weitere Öffnung der Schützenkontakte zu, und sodann etwas grösseren Kontaktdruck beim Schliessen. Ferner gestattet die Einführung der Druckluftventile folgende Anordnung: Das Schliessen eines Kontaktors bewirkt selbsttätig und mechanisch das Schliessen des Steuerstroms durch den nächst nötigen Betätigungselektromagneten, sodass nun selbsttätig dieser sein Ventil öffnet und den folgenden Kontaktor zum Schliessen bringt. Da bei diesem System der „limit switch", das *Strombeschränkungsrelais,* unter allen Umständen angewendet wird (beim G. E. Co. System kann man es auch weglassen), so geschieht dabei dieses Nachschalten immerhin wieder erst, nachdem der Motorenstrom unter eine gewisse Grenze gesunken.

Der *Hauptsteuerschalter* ist auch bei diesem System sehr einfach und klein (nur za. 10 × 15 × 20 cm); er hat eine horizontale Drehachse, die durch eine kleine Kurbel bewegt wird und ein einfaches, stufenförmiges Kontaktrad trägt, das gegen vier Kontaktfinger sich legt. Ein und dieselbe Kurbel dient für Vorwärts- wie Rückwärts-Bewegung: Drehung nach rechts unten entspricht der Vorwärtsbewegung, nach links unten der Rückwärtsbewegung. Losgelassen, springt die Kurbel selbsttätig in die vertikale Mittellage, in welcher jeglicher Steuerstrom und damit auch aller Motorarbeitsstrom unterbrochen wird.

Die Kurbel hat für jede Fahrrichtung nur drei Stellungen: In der ersten wird der Wendeschalter für die Fahrtrichtung eingestellt; die zweite entspricht der Serienschaltung der Motoren, zunächst mit Widerständen, welche sich wie erwähnt sukzessive von selbst ausschalten; die dritte Stellung entspricht ebenso der Parallelschaltung. Im allgemeinen dreht der Führer die Kurbel sofort in die Endstellung und hält sie darin fest; alles übrige macht sich, so rasch als mit dem betreffenden, beschränkten Anlaufstrom möglich, von selbst. Der *Wendeschalter* hat hier hin- und hergehende, geradlinige Bewegung bei einzelnen Ausführungen; bei andern besteht er aus einer Walze, die gedreht wird.

*Die Kupplungsvorrichtungen für den Steuerstrom* sind ähnlich wie bei der G. E. Co., haben indessen ein nur siebenadriges Kabel.

Der *Steuerstrom* ist hier nicht der Arbeitsstrom von der Linie, sondern ihn liefert eine Batterie von 14 V. Der Strom selbst beträgt maximal, je nach der Grösse der Einrichtung, 2 bis 10 Amp. Es sind zwei kleine Batterien, die eine immer als Reserve geschaltet, in jedem Wagen vorhanden. Ihr Aufladen geschieht selbsttätig, gewöhnlich im Stromkreise des Kompressormotors. Man betrachtet es als einen Vorzug, der an sich nicht geleugnet werden kann, dass dadurch und durch die Betätigung durch Luftdruck die Wirkung der Steuerung

von allfälligen starken Schwankungen der Spannung des zugeführten Stroms unabhängig und so sicherer werde. Dies Vorhandensein der steuernden Kraft auch bei Ausbleiben des Arbeitsstroms lässt in der Tat die Motoren auch zur Bremsung durch Rückwärtsschaltung mit Wirkung als Generator verwenden. Anderseits scheint sich bei der praktischen Anwendung gezeigt zu haben, dass die Spannung von nur 14 V zu gering ist, um ein ganz sicheres Funktionieren der Steuerkontakte unter dem Einfluss der Verschmutzung und Verstaubung im Bahnbetriebe zu ergeben. Bei neueren Ausführungen strebt man nach einer höheren Spannung, insbesondere bei den Anwendungen des Systems für *Wechselstrom* wurde nun auf 50 V gegangen.

Bei dem Westinghouse-System ist auch ein *Linienrelais* angebracht. Dieses hat die Bestimmung, im Falle des Ausbleibens des Linienstroms (z. B. bei Trolley-Entgleisung oder anderer Ursache) selbsttätig alle Stromverbindungen zu unterbrechen, dies zum Zwecke, dass beim plötzlichen Wiederherstellen des Stroms nicht die volle Spannung auf eine unpassende Motorenschaltung wirkt und dadurch diese gefährdet oder Sicherungen zum schmelzen bringt. Die Magnetspule dieses Relais ist in einem Nebenschluss des durch den Stromabnehmer zugeführten Stroms geschaltet, derart, dass sie bei völligem Ausbleiben dieses Stroms ihren Anker fallen lässt und dadurch Kontakte unterbricht, durch welche der Steuerstrom geht. Dadurch werden alle Kontaktoren geöffnet, gleichgültig, in welcher Stellung der Hauptsteuerschalter gehalten sei.

Meistens wendet Westinghouse in Verbindung damit auch die Auslösung eines Bremsventils an, sodass der Zug sofort selbsttätig gebremst wird.

Auch ein besonderes *Überlastungsrelais* wird eingebaut, welches bei allzustarkem Anwachsen des Arbeitsstroms (z. B. beim Fahren gegen ein bremsendes Hindernis) sämtliche Kontaktoren und damit den Arbeitsstrom unterbricht und den gewöhnlichen „Maximalschalter“ ersetzt.

*Vielfachsteuerungsapparate für Wechselstrom* konnten wir bei Westinghouse ebenfalls vollständig ausgebildet finden. Sie unterscheiden sich von den vorgeschriebenen für Gleichstrom dadurch, dass der *Steuerstrom* ein Wechselstrom von gewöhnlich 50 V Spannung ist, entnommen von einer Abschaltung des Haupttransformators des Fahrzeugs.

Ferner sind die *Betätigungsmagnete der Kontaktoren* anders gebaut: Sie bestehen nicht aus massiven Glockenmagneten mit geradliniger Bewegung des Ankers wie beim Gleichstrom, sondern haben zwei lamellierte, L-förmige Kerne, welche mit dem einen Schenkel des L in die Solenoidspule tauchen und, um das andere Ende sich drehend, gegeneinander gezogen werden.

Bei Westinghouse konnten wir die sehr vollständig ausgerüstete *Versuchseinrichtung* für Multiple-Unit-Apparate eingehend besichtigen. Sie erlaubt, alle möglichen, im Bahnbetrieb vorkommenden Zufälle darzustellen und die Einrichtungen auf ihr dabei eintretendes Funktionieren zu prüfen, was denn auch mit jedem einzelnen Apparate in Dauerproben geschieht.

In *beiden Fabriken* sahen wir viele hunderte von Wagenausrüstungen des Vielfachsteuerungssystems in Arbeit, alle nach seit längerer Zeit gleich gebliebenen Normalien mit auswechselbaren Stücken fabriziert.

# Beschreibung und Resultate der besichtigten elektrischen Bahnen.

Wir lassen nun die Beschreibungen der Anlagen der besichtigten Bahnen im einzelnen folgen, denselben jeweilen die Bemerkungen über die dabei gemachten Erfahrungen beifügend.

Soweit dies möglich ist, sollen zunächst die Interurbanlinien nach dem Gleichstrom-Oberleitungs-System mit Einschluss städtischer Strassenbahnen behandelt werden, dann die Interurbanlinien mit Einphasen-Wechselstrom und Oberleitung und solche mit Gleichstrom und dritter Schiene anschliessen, hierauf die übrigen Drittschienenbahnen, und zwar zunächst die Stadt-Hoch- und Untergrundbahnen, dann die Lokomotivbetriebe der elektrifizierten Strecken von Fern-Vollbahnen zur Besprechung kommen, unter Abschluss mit den Einphasenstrom-Lokomotiven.

Gewisse, das speziell Bahntechnische beschlagende Erhebungen sind von Herrn Ingenieur K. Wirth ausgeführt worden; wir bezeichnen dieselben im Texte mit dessen Namen und führen sie soweit möglich mit seinen eigenen Worten an.

## International Railway Co., Buffalo.

*Städtische Strassenbahn mit Interurbanlinien. Gleichstrom Trolley.*

### A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Diese Gesellschaft besitzt und betreibt die Strassenbahnen in der Stadt Buffalo mit 256 km Geleiselänge und folgende Interurbanlinien von zusammen 102 km Geleise: Buffalo-Tonawanda-Lockport-Olcott Beach (Entfernung 60 km), Buffalo-La Salle-NiagaraFalls (Entfernung 37 km); endlich die Aussichtsbahn für Touristen „Niagara Belt line" von za. 25 km Länge rings um die Stromschnellen von Niagara Falls bis Lewistown. Die Bahn befördert in tramähnlicher Frequenz (bis 40 Züge täglich in jeder Richtung) hauptsächlich Personen, teils in zusammengesetzten Zügen, teils in einzelnen Wagen. Dabei führen die Interurbanzüge die übliche Befahrung der Stadttramgeleise mit vielen Halten in der Stadt Buffalo aus.

Der städtische Verkehr ist sehr gross; der interurbane wird alimentiert durch den Geschäftsverkehr der kleineren Städte mit Fabriken und einen starken Vergnügungsverkehr namentlich nach Olcott Beach am Ontariosee (60 km vom Stadtzentrum), wo sich ein prachtvoller Park mit vielen Sport- und Vergnügungseinrichtungen befindet. Dazu kommt Stückgüterverkehr, namentlich zeitweise

sehr bedeutender Früchte- und Gemüsetransport aus den Farmen in der Nähe des Ontariosees direkt auf den Markt von Buffalo, wofür besondere Einrichtungen getroffen sind. Sodann bedeutender *Grossgüterverkehr* zwischen Fabriken des Gebiets, die zum Teil mit Sondergeleisen bedient sind, nach und von der Station North Tonawanda an einer Fernvollbahn mit Dampfbetrieb. Die Güterförderung findet, und zwar seit 8 Jahren, mit Zügen bis 600 Tonnen mit elektrischen Lokomotiven statt; der übrige Betrieb geschieht mit Motorwagen einzeln und mit Anhängern, auf den Interurbanlinien mit ganzen Zügen.

Einen Begriff vom Umfang gibt die Grösse des Rollmaterialparks, welcher 670 Wagen umfasst.

## B. Bauliche Anordnung und Ausdehnung der Anlage.

### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

Die *Spurweite* ist die normale von 1,431 m.

*Geleiselänge:* 256 km in der Stadt (z. T. auch von den Interurbanlinien benützt);
102 „ auf den Interurbanlinien ausserhalb der Hauptstadt;
358 km total.

*Steigungen* kommen im allgemeinen fast keine vor, mit Ausnahme einer (wohl provisorischen) sehr steilen, kurzen Überführung über eine Dampfbahn auf der Niagara Fall-Linie, und einigen ähnlichen Stellen, die z. T. sehr langsam befahren werden. Auf der Interurbanlinie nach Olcott beträgt i. ü. die maximale Steigung 10‰.

Auch ausserhalb der Städte ist das Geleise teilweise noch auf Landstrassen verlegt, deren eine Seite benützend. Dies besonders nach Niagara Falls; die Olcott-Interurbanlinie hat dagegen meist eigenen Bahnkörper, mit sehr langen geraden und ebenen Strecken. Die Bahn ist meist eingeleisig.

*Unter- und Oberbau* (Wirth): Im städtischen Strassenbahnnetz sind die Schienen auf ein Betonbett von 150 mm Dicke (Beton 1:3:5, die Steine zerschlagen auf 75 mm Durchmesser) gelegt; es sind Rillenschienen von 46 kg per m und 18,288 m Länge verwendet, bei denen die Oberkante des Rillenflügels ca. 15 mm tiefer liegt als diejenige des Schienenkopfes, bequemerer Reinigung wegen. (Siehe die Skizzen des Bildes 5.) Diese Form, die wir sehr viel verwendet fanden, erschwert aber offenbar den Fuhrwerkverkehr. Alle 1520 mm sind Richtschienen quer gezogen, und unter jedem Stoss ist eine einbetonierte Holzschwelle aus „Yellow pine“ (Gelbkiefer) von 125/175/2130 mm angebracht.

Auf den angrenzenden Landstrassen sind ebenfalls Rillenschienen verwendet, deren Form ähnlich der vorgenannten und ebenfalls aus Bild 5 ersichtlich ist. Im übrigen haben die Interurbanlinien auf dem eigenen Bahnkörper Vignol-Schienen von 37 kg/m auf eichenen Holzschwellen von 150/200/2435 mm, die 60 cm von einander entfernt sind. Der Schotter ist ungeworfen und mittelmässiger Qualität. Die Schienen sind mit 4-bolzigen gewöhnlichen Laschen verbunden, die Stösse versetzt.

Wo *Stationsgebäude* vorhanden, sind es (mit Ausnahme grösserer an den Hauptorten) sehr einfache, auf einer Seite offene Holzhäuschen mit Perrons aus Brettern, von der Grösse unserer kleinsten Bahnwärterhäuschen; sie sind ohne Bewachung.

*Signaleinrichtungen* (Wirth): Die Vorort- oder Interurbanlinien sind in Blockstrecken eingeteilt, welche durch niedrige Semaphoren mit rotem Arm bedient

werden. Die Hauptstationen sind gewöhnlich gleichzeitig Blockstationen. Die wagrechte Stellung des Semaphorarms bedeutet „Halt", die hängende (unter 45°) „frei". Die Semaphore kommen aber nur zur Anwendung, wenn Störungen auf der Strecke oder an den elektrischen Einrichtungen dazu Veranlassung geben. Im normalen Betriebe werden die Zugsbewegungen durch den Dienstfahrplan und die (telephonischen) Befehle des „Train dispatchers" geregelt, des bekannten überall im amerikanischen Eisenbahnbetrieb eingeführten Beamten, der von einer Zentralstelle aus die Bewegung aller Züge dirigiert und von dem später ausführlicher die Rede sein soll.

Weder Stationen noch Ausweichstellen sind durch Einfahrtssignale gedeckt; die Stellung der Weichen und der Weichensignale allein ist für die Einfahrt massgebend. In der Regel sind die Einfahrtsweichen auf das Hauptgeleise gestellt und zeigen dann weisses Feld am Tage, weisses Licht des Nachts. Für die Ablenkung zeigt die Weiche rote Scheibe bezw. rotes Licht.

Auf Ausweichstellen ist es Regel, dass der zuerst ankommende Zug auf die Ablenkung fährt; die Weiche wird dann unter vorherigem Anhalten vom Kondukteur bedient, und nach Durchfahrt des Zuges wieder auf das Hauptgeleise gestellt. Die Ausfahrtsweichen, die von der Wurzel aus befahren werden müssen, werden nicht bedient, sondern bei geringer Geschwindigkeit aufgeschnitten.

*Niveaukreuzungen mit Haupteisenbahnen* (Dampfbahnen): Bei solchen ist die Rille für den Spurkranz der elektrischen Bahn überall in die Dampfbahnschienen eingeschnitten. Solche Kreuzungen sind z. T. mit Barrieren versehen; mit diesen verriegelte Signale, welche die Stellung der Barriere angeben, fanden wir indessen keine. Dagegen sind gelegentlich solche Übergänge bewacht, sowohl solche mit, als auch die zahlreicheren ohne Barriere. Dabei zeigt der Wärter dem herankommenden Nebenbahnzug durch weisse oder rote Flagge oder Licht an, ob der Übergang passierbar ist oder nicht. Wo kein Wärter vorhanden ist, hat der Nebenbahnzug anzuhalten, dessen Kondukteur geht voraus, überschreitet die Hauptbahn, und gibt von dort aus das Zeichen der Passierbarkeit.

## 2. Elektrische Einrichtungen.

Zum Betrieb dient Gleichstrom von 600 Volt, zugeführt durch gewöhnliches Rollentrolley und oberirdischen Kontaktdraht, und erzeugt in Umformerstationen, die teilweise mit Akkumulatoren versehen sind. Antrieb der Umformer durch Drehstrom, der mit 25 Perioden und 22000 bezw. 11000 V. von der Kraftstation der American Niagara Falls Power Co. in Niagara Falls (37 km von Buffalo) den Umformerstationen zugeführt und dort heruntertransformiert wird.

*Leitungen.* — Die *Kontaktleitungen* bestehen aus Hartkupferdraht, überall je ein Draht pro Geleise. In der inneren Stadt Buffalo sind sie an Querspanndrähten aus Stahl mittels der, auch bei uns gebräuchlichen Hänge-Isolatoren aufgehängt, die Spanndrähte selbst zumeist beidseitig an eisernen Masten (selten an Häusern) befestigt. (Siehe Tafel 8, Figur 1). Die Masten sind im Zentrum der Stadt runde Rohrmasten, im äusseren Teil bestehen sie aus 4 Winkeleisen mit Blechfüllung, oder aus Quadranteisen (Figuren 2 und 3 derselben Tafel). Letzteres da, wo Aufhängung an Auslegern angewandt ist, die gleichzeitig Speiseleitungen tragen. Die Interurbanstrecken ausserhalb der Stadt haben teils Konsolaufhängung, teils Spanndrahtaufhängung zwischen 2 Masten, letzteres namentlich für die langen, geraden Ueberlandstrecken auf eigenem Bahnkörper. Hier sind Holzmasten verwendet, sowohl für ein- wie zweigeleisige Anordnung. Die Auf-

hängung der Isolatoren ist auf diesen rasch befahrenen Ueberlandstrecken auch an den Konsolen elastisch ausgeführt, mit Hülfe eines kurzen Spanndrahts, auf Stadtgebiet dagegen ist sie an den Auslegern starr. Dieselben Masten tragen über Land auch die *Speisekabel,* (die in der Stadt unterirdisch sind), bisweilen von sehr grossem Querschnitt, auf dem Auslegerarm, oder auf besonderer Traverse, oder auch einfach auf einzelnen, schief angenagelten hölzernen Isolator-Bolzen, die, direkt mit Gewinde in den Isolator eingeschraubt und aus zähen Hölzern gefertigt, in Nordamerika viel verwendet werden. Die Spanndrähte sind nirgends zum zweiten Male isoliert; abgesehen vom Isolationswiderstand der Holzmasten sind daher die Kontaktdrähte durchgängig nur *einfach* isoliert. Die Konsolen oder Masten tragen auch zahlreiche *Telephondrähte* für eigenen Dienst oder andere Gesellschaften.

*Diensttelephonleitungen.* Es laufen zwei Schleifenleitungen an dem allgemeinen Gestänge, die eine für den Train dispatcher, die andere für den Dienstbetrieb im allgemeinen.

Als *Schutzmittel* zwischen den zahlreichen, anderweitigen oberirdischen Telephondrähten und den Kontaktdrähten sind innerhalb der Stadt (überall Doppelgeleise) 1—2 m über den Querspanndrähten der Kontaktleitung in gleicher Weise weitere Querspanndrähte gezogen, welche 2—3 Längsdrähte aus Stahl über den Kontaktdrähten tragen. Ähnliche Längsschutzdrähte finden sich wo nötig auch an Konsolen über den Fahrdrähten befestigt.

Alle diese Anordnungen zeigen die Figuren 1 bis 7 der Tafel 8.

Weder staatliche noch städtische Behörden geben Vorschriften über den Schutz zwischen Starkstrom-Bahndrähten und den (ebenfalls privaten) Telephonanlagen. Parallelführungen beider am gleichen Gestänge sind zahlreich, fast Regel.

(Wirth:) Die hier beteiligten Gesellschaften haben dagegen unter sich als Norm angenommen: Bei Kreuzungen mit Hochspannungs-Starkstromdrähten werden die Telephondrähte gewöhnlich unter den Hochspannungsdrähten gezogen: wo dies nicht möglich, werden die ersteren wie angedeutet geschützt. Als Norm gilt ferner ein minimaler Vertikalabstand von 1,2 m zwischen Hochspannungs- und Telephondrähten, und von 0,6 m zwischen den Gleichstromdrähten von 600 Volt und Telephondrähten.

Auch für die Überführung von Hochspannungsleitungen über die Kontaktdrähte der Bahn bestehen keine Vorschriften; die Parallelführung beider am gleichen Gestänge kommt regelmässig vor. Wir sahen z. B. nahe der Stadtgrenze eine Überkreuzung einer (nicht der Bahn dienenden) 30000 Volt-Drehstromlinie, an Holzmasten mit unverkürzter Spannweite mit za. 6 mm starkem Kupferdraht geführt, über den Fahrdraht der Lockportlinie, ohne irgendwelche Schutzvorkehren.

*Schienenverbinder.* (Wirth): Die Gesellschaft hat verschiedene Schienenverbinder ausprobiert. Die sogenannten „Plastic bonds“ sollen sich nicht bewährt haben, da durch Ausscheiden des Quecksilbers aus dem Amalgam nach kurzer Zeit der Kontakt schlecht geworden sei. Die auch bei uns sehr verbreitete Art von Kupferverbindungen, bei denen der kupferne Anschlusskopf durch Einschlagen eines Stahlstifts in eine Durchbohrung desselben vernietet wird, soll ebenfalls ungenügende Resultate durch mit der Zeit schlecht werdenden Kontakt ergeben haben. Bewährt habe sich seither ein Verbinder, bei dem der, die Köpfe verbindende Leiter aus elastischen Lamellen besteht (sodass er keine lösenden Kräfte übertragen kann), die vollen Köpfe aber durch besondere starke Presszangen oder hydraulisch in die Bohrung der Schiene eingepresst werden. In

neuerer Zeit werden alle Schienenstösse der Gesellschaft durch die Lorain Steel Co. (Johnston Pa.) elektrisch geschweisst, sodass keine besonderen Verbinder mehr nötig sind. Es sind bis jetzt die Stösse von 160 km Rillenschienengeleise geschweisst. Das Schweissen soll auf Fr. 30.— per Stoss zu stehen kommen. Von den geschweissten Stössen sollen jährlich 1% brechen; trotzdem befriedigt dieses Verfahren, als das störungsloseste und die Schädigung der Schienenenden vermeidende, die Gesellschaft durchaus. Geschweisste Stösse, welche brechen, werden provisorisch mit Laschen und elektrischen Verbindern versehen; ist dann eine grössere Anzahl vorhanden, so werden sie von der Lorain Steel Co. mit ihrem Apparatenpark neu geschweisst.

Die Figuren 3 bis 7 des Bildes 6 stellen die verschiedenen, vorerwähnten Schienenverbindungen dar.

*Umformerstationen.* Die Gesellschaft hat folgende Unterstationen:

Am einen Ende des einen Zweiges: Olcott mit 800 KW totaler Maschinenleistung, gespeist durch 22000 V Drehstrom von den Kraftwerken No. 1 und 2 in Niagara Falls;

auf derselben Linie, za. 27 km rückwärts: Lockport mit 1200 KW totaler Maschinenleistung und einer Akkumulatorenbatterie für 1000 PS (670 KW) × 1 Stunde, gespeist durch 22000 V Drehstrom wie oben;

ferner an der Kreuzung der beiden Interurbanlinien, wieder za. 27 km von der vorigen: Paines Avenue (Tonawanda) mit 1200 KW totaler Maschinenleistung und einer Akkumulatorenbatterie für 1000 PS (670 KW) × 1 Stunde, gespeist wie die vorigen;

weiter, za. 19 km hievon entfernt auf der Niagaralinie: Krafthaus Niagara mit 1200 KW totaler Maschinenleistung für diesen Zweck.

Diese Stationen können ungefähr für die Bedienung dieser beiden Interurbanlinien gerechnet werden; sie finden sich also auf eine mittlere Entfernung von za. 24 km. Die letztgenannte Station dient allerdings auch dem Lokaldienst in der Stadt Niagara Falls. Hiezu kommt noch, im besonderen der „Niagara Belt Line" (von etwa 25 km Länge des Rings) dienend, eine eigene Kraftstation bei Table Rock am Hufeisenfall, von bis jetzt 1200 KW totaler Maschinenleistung.

Hauptsächlich dem städtischen Strassenbahndienst in Buffalo dienen 4 Umformerstationen in der Stadt selbst. Davon sind 3 (eine in Verbindung mit noch zu bauender Dampfstation) etwa von der Leistung der vorgenannten; die neueste an der Virginia Street hat 4000 KW totale Maschinenleistung und eine Batterie von 2000 Amp., also 1100—1200 KW, × 1 Stunde. Diese Stationen erhalten ihren Drehstrom mit 11000 V Spannung durch unterirdische Kabel, und zwar von der Cataract Power & Conduit Co., welche der Zwischenhändler der Niagara Falls Power Co. für alle Energie in Buffalo ist, und ihrerseits den Strom mit 22000 Volt durch Freileitung erhält. Die eigene Dampfanlage der Gesellschaft in Buffalo, die nur im Winter in Betrieb ist, besitzt eine Maschinenkapazität von 3 × 800 KW für direkte Produktion von Gleichstrom mit Schnellläuferdampfmaschinen, nebst einer Batterie für 1200 KW × 1 Stunde, und ferner 2 × 1500 KW Maschinenleistung (durch Allis Chalmer-Corliss-Dampfmaschinen) an 11000 V Drehstrom, welcher in die verschiedenen Unterstationen geht.

Es steht somit für diese Bahn (mit 519 grossen Motorwagen und 2 Lokomotiven à 300 PS) eine Gleichstrommaschinenleistung von ungefähr 16,000 KW und eine (einstündige) Akkumulatorenleistung von zirka 2300 KW zur Verfügung. Davon scheinen jedoch im Winter zirka 5000 KW nicht gebraucht zu werden,

und es steht für gewöhnlich noch ungefähr $^1/_3$ der Maschinenleistung in Reserve. Anderseits sind die neueren Stationen noch für Erweiterung eingerichtet.

Die *allgemeine Anordnung* der neueren Umformerwerke zeigte uns die besichtigte *Unterstation «Buffalo down town»* an der Virginia Street: Sie ist mit ihrer schmalen Vorderseite an der im Stadtinneren gelegenen Strasse vollständig zwischen die anstossenden Gebäude in die Strassenfront eingebaut und enthält in einem Parterresaal sowohl Maschinen als Transformatoren (ohne weiteren Abschluss) und die Schaltanlage, letztere teils ebener Erde, teils auf einer Galerie, teils im Souterrain. Vier „Rotary Converters", Einanker-Umformer von sechsphasigem Wechselstrom auf Gleichstrom, von je 1000 KW abgegebener Leistung bei 600 V (Fabrikat der General Electric Co.) stehen mit parallelen Achsen an der einen Längswand, wovon einer in Reserve. Jedem der in Betrieb stehenden Umformer ist (im Sekundärstrom von den anderen getrennt) einer der drei, an der anderen Längswand aufgestellten Transformatoren zugesellt, mit ihm eine Einheit bildend. Die Transformatoren sind luftgekühlt: durch Ventilatoren, von Asynchronmotoren angetrieben und im Maschinensaal aufgestellt, wird Pressluft erzeugt und in eine unter den Transformatoren befindliche, gemauerte Kammer des Souterrains geleitet, welche auch die Hochspannungsapparate, namentlich die selbsttätigen Hochspannungsölschalter, die Sammelschienen u. s. w., enthält. Die Transformatoren stehen mit geerdeten Gussgehäusen über Öffnungen dieser Kammer.

Diese ganze Anordnung ist typisch für die Umformerstationen, wie sie in Nordamerika gebaut werden. Das Bild 39 zeigt das Innere des Maschinensaales.

Die Umformer werden vom Drehstrom aus als Asynchronmotoren angelassen. Dazu können, nach der dort vielfach verwendeten Methode, beim Transformator des betreffenden Umformers zunächst stufenweise $^1/_3$, $^2/_3$ und $^3/_3$ der Windungen und ein „Reactive coil" eingeschaltet werden; dann wird die Felderregung von den Gleichstromsammelschienen aus vorgenommen und schliesslich findet die Parallelschaltung statt. Verriegelungen und optische Signalisierung aller Vorgänge machen diese Art Einschalten sehr sicher und einfach; selbstverständlich kommen dabei gewisse Stromstösse vor, doch erreichen sie keinen bedenklichen Grad und haben bei der Grösse der Energie liefernden Primärstation keine wesentliche Bedeutung. Die Kommutatoren arbeiten dank der sechsphasigen Anordnung und der 25 Perioden sowohl bei Anlauf wie bei Betriebsüberlastung wirklich tadellos ohne Funken. Die Spannungsregulierung im Batteriekreis geschieht mit „Boosters" (Motorgeneratoren für Gleichstrom auf Gleichstrom für Zusatzspannung), die auch zum Aufladen der Batterie dienen. Die Ausführung ist wie bei allen neueren amerikanischen Anlagen unter weitgehendster Benützung selbsttätiger Apparate und mit sorgfältigsten Vorkehren für Lokalisierung von Schäden und für Feuersicherheit überhaupt getroffen. Die ganze Station hat nur einen Mann als Wärter.

### 3. Rollmaterial.

Die Bahn besitzt im ganzen an Rollmaterial (Wirth): 2 Lokomotiven;

| | | |
|---|---|---|
| ferner: | Personenwagen, geschlossene 308 und offene 259, total . | 567 |
| | Expressgutwagen . . . . . . . . . . . . . | 3 |
| | Arbeitswagen für Bau, Materialtransport u. s. w. . . . . | 52 |
| | Schneepflüge die stattliche Zahl von . . . . . . . | 45 |
| | Strassensprengwagen . . . . . . . . . . . | 3 |
| | total . | 670 |

| | | |
|---|---|---|
| Von diesen Wagen sind: | Motorwagen . | 519 |
| | Anhängewagen . | 151 |
| Ferner haben: | nur Handbremsen . . | 463 |
| | Luftdruckbremsen . . | 200 |
| | Keine Bremse . . . . | 7 |
| Im ferneren haben: | | |
| | elektrische Beleuchtung . | 495 |
| | elektrische Heizung . . | 311 |
| Es sind mit Fänger versehen . . . | | 463 |

*Alle Motorwagen* und *alle Personenwagen* sind vierachsig mit zwei Drehgestellen und für unsere europäischen Begriffe sehr gross und solid gebaut. Das ist bei den elektrischen Interurbanlinien Nordamerikas sozusagen durchgängig der Fall, ganz gleich wie bei den grossen Hauptbahnen des Landes.

Wir beschreiben nun speziell die *Wagen der Interurban-Linien,* von denen die lediglich in der Stadt verkehrenden jedoch nur wenig abweichen:

*Personenwagen.* Sowohl Motorwagen als Anhängewagen haben 48 Sitzplätze, 32 in einem Nichtraucher- und 16 in einem Raucherabteil, und zwar Sitze zu 2 Plätzen, in der Querrichtung, mit Mittelgang. Die Plätze sind nach unseren Begriffen nicht bequem: 1 m Sitzbreite für 2 Personen und 40 cm Sitztiefe. Die Rücklehnen sind gerade (nicht geschweift) und umlegbar, um stets vorwärts sitzen zu lassen. Alles dies wieder wie allgemein auch für die Hauptbahnen in Nordamerika üblich. Eine Anzahl Wagen enthalten zur Hälfte Gepäcksräume.

Die Wagen haben nur *einen Führerstand.* (Es wird, wie beinahe überall im Lande, das System einer Geleiseschleife an den Endstationen zum Übergang in die Rückfahrt angewandt.) Dieser Führerraum ist nach aussen dem Publikum abgeschlossen, wird aber ohne Anwendung einer Barriere gegenüber dem Führer auch für Stehplätze des Publikums verwendet, ebenso wie der Mittelgang der Sitzabteilung in ausgedehntestem Masse.

(Wirth): Länge der Wagen über Stossbalken 13,7 m, der Sitzabteilung allein 10,36 m; Leergewicht für die Motorwagen samt Ausrüstung 30 t, für die Anhänger za. 15 t.

Aus den Bildern 65 und 66 ist der äussere Bau dieser Wagen ersichtlich.

*Die elektrische Ausrüstung der Motorwagen* besteht aus 2×2 Gleichstrommotoren von je 75 HP*), auf jedem Drehgestell je ein Paar, je auf beide Achsen treibend, so dass alle Achsen Triebachsen, das ganze Gewicht zur Adhäsion verwendet wird. Somit total 300 HP Stundenleistung pro Wagen.

Für die geringe Geschwindigkeit in der Stadt bleibt jedes Motorenpaar für sich stets in Serie geschaltet; ausserdem können auch alle vier in Reihe geschaltet werden. Für die Fahrt auf den offenen Überlandstrecken mit Geschwindigkeit bis zu 90 km/h werden alle vier Motoren parallelgeschaltet. Wo Einzelwagen und -Kontroller verwendet werden, ist der Steuerschalter gewisser-

*) Wir behalten dieses Zeichen für Pferdekraft im Berichte bei, da es sich nicht um die metrische PS, sondern um die, ja allerdings wenig abweichende, englische Pferdekraft (horse power = HP) handelt. Die Angaben über Motorstärken in HP sind hier wie in der Folge auf die sogenannte Normalleistung bezogen, wie auch bei uns üblich, d. h. diese Zahlen geben diejenige mechanische Leistung auf der Radachse, welche nach amerikanischen (den deutschen praktisch gleichen) Normen diese Motoren ohne schädliche Erwärmung eine Stunde lang leisten können.

massen ein gewöhnlicher „Serie-Parallelschalter", indem beim Übergang auf das eine oder andere System durch einen besonderen Umschalter die Motoren eines Paars in Reihe oder parallel geschaltet werden. Im übrigen ist im allgemeinen die *Steuerung* der Motoren keine direkte, sondern mit Rücksicht auf die Zusammenstellung mehrerer Motorwagen zu Zügen die Vielfachsteuerung, das eingangs beschriebene „Multiple unit system" der G. E. Co. Es ist hier seit 3½ Jahren eingeführt und hat nach einstimmigem Urteil der Beamten der Bahn, die damit zu tun haben, sich sehr gut bewährt, durchaus nicht als zu kompliziert erwiesen und zu sehr wenig Reparaturen Veranlassung gegeben. Es habe keine „chronischen" Fehler gezeigt, wie sich die Chefs der Reparaturwerkstätte ausdrückten, und ergebe keineswegs mehr Reparaturen als die Einzelsteuerschaltung.

Als *Stromabnehmer* ist nur *ein* gewöhnliches Rollentrolley (für bis 300 HP *normaler*, oft 450 HP maximaler Leistung pro Wagen) vorhanden. Seit mehreren Jahren werden mit Luftdruck betätigte, bei der angewandten grossen Geschwindigkeit für unentbehrlich gehaltene, selbstätige „Trolley-Fänger" verwendet, welche bei Entgleisung der Rolle die Rute herunterholen. Dieses Rutenfängersystem funktioniert zur vollen Zufriedenheit der Gesellschaft.

*Kupplungen.* (Wirth): Für Komposition von Zügen dient als mechanische Kupplung eine einfache Art Trompetenkupplung mit Notketten; dazu kommen zwei Kupplungsschläuche für die Pressluftеinrichtung und ein Kupplungskabel für das Vielfachsteuerungssystem. Ferner wird auf der Absteigeseite der Wagen jeweilen eine Schutzvorrichtung für Passagiere und Personal angebracht, bestehend aus drei langen, durch Aufhängung an beiden Wagen horizontal ausgespannten Drahtspiralen. (Das Bild 67 zeigt alle diese Kupplungsanordnungen.)

*Bremsung.* (Wirth): Die Motorwagen der Interurbanlinien haben Luftdruckbremse (eine Art „Straight air brake"), und daneben (selten gebrauchte) Handbremsen mit Kettenzug. Die Druckluft wird auf den Wagen selbst erzeugt durch Kompressoren mit Elektromotor-Antrieb. Eine versuchsweise Ausrüstung einiger Wagen mit einer elektrischen Bremse der G. E. Co. wurde als nicht befriedigend aufgegeben.

Die *Heizung* der Wagen ist elektrisch, die Beleuchtung ebenfalls.

*Wagensignale.* Die Interurbanwagen tragen als Stirnlampe eine das Geleise weithin beleuchtende und die Streckensignale einigermassen sichtbar machende, sowie (was als Hauptzweck angegeben wird) den herankommenden Wagen auf grosse Strecke ankündigende, starke Bogenlampe. Die Motorwagen der Aussenlinien sind alle mit kräftiger Luftdruckpfeife ausgerüstet. Für die Fahrten in der Stadt haben sie Glockensignale.

*Räder und Achslager.* (Wirth): Die Wagen der Stadtstrassenbahnen haben ausschliesslich Griffin-Räder. Wir beobachteten viele solcher Räder mit ausgesprungenen Laufflächen und bis an die Laufflächen abgesprungenen Spurkränzen; sie sind auch beim Personal nicht beliebt wegen der verursachten häufigen Störungen und Entgleisungen, denen allerdings bei kleineren Geschwindigkeiten in Amerika wenig Bedeutung beigemessen wird. Die Lieferantin garantiert für diese Räder 64000 km Laufdauer, und nimmt dieselben, immerhin unter Anrechnung der schon durchlaufenen km, zurück, wenn sie vorher ersetzt werden müssen. Auf den Interurbanstrecken sind wegen der grossen Geschwindigkeit nur Bandagenräder, mit Radstern aus Stahlguss, verwendet. Aufziehen der Bandagen wie bei uns, mit Sicherung nach der alten Art durch angeschraubten eisernen Ring auf der inneren Seite.

Die Achsschenkel werden von unten geschmiert, indem der untere Teil der Achskiste mit in Oel getränkten Putzfäden gefüllt wird. Diese Schmierung wird monatlich in den Remisen oder Werkstätten besorgt, und soll sich gut bewähren.

*Fänger.* (Wirth): Die Gemeindeverwaltung verlangt von der Bahn Fänger an den Wagen, ohne jedoch besondere Konstruktionsvorschriften zu geben. Die Ausführung scheint daher wesentlich mit Rücksicht auf geringe Kosten zu geschehen, in bekannten amerikanischen Formen der Fender, die eher eine Gefahr für die Fussgänger als einen Schutz derselben bilden.

*Die Lokomotiven für den Gütertransport.* Diese Lokomotiven, erbaut von der General Electric Co., sind seit acht Jahren im Betrieb und können daher als „älterer Konstruktion" bezeichnet werden. Sie sind nur für den später beschriebenen Frachtverkehr und die Maximalgeschwindigkeit von 24 km/h mit 400-Tonnen-Zügen bestimmt. Das Bild 106 gibt eine äussere Ansicht dieser Maschinen.

(Wirth:) Die Lokomotiven ruhen auf zwei Drehgestellen von 1,80 m festem Radstand; Abstand von Mitte zu Mitte Drehgestell = 3,28 m; Triebraddurchmesser = 800 mm. Das Gewicht der Lokomotive ist (die Angaben differieren etwas) 37 bis 40 t, ebenso das Adhäsionsgewicht, da alle 4 Achsen Volltriebachsen sind. Verfügbare Zugkraft daher = 6700 kg oder pro 1 t Lokomotivgewicht = 167,5 kg. Der Führerstand ist in der Mitte angeordnet; von ihm aus fällt die Kastenoberfläche gegen die Stossbalken zu in bekannter Weise ab; Einsteigtüren und Tritte sind auf der Mitte beider Seiten. Der Steuerschalter ist im Zentrum des Führerstandes angebracht und mit besonders langem Handhebel versehen. Diese Anordnung ist für den stundenlangen nächtlichen Rangierdienst, den diese Lokomotiven zu verrichten haben, schätzbar, da sie dem Führer eine freie Wahl des Standorts zur Übersicht der Strecke nach beiden Fahrrichtungen gestattet. Die Lokomotive wird einmännig bedient.

Die Lokomotiven sind mit 4 Elektromotoren ausgerüstet, je zwei auf jedem Drehgestell, jeder mit einfacher Zahnradübersetzung auf eine Triebachse treibend.

Die *Motoren* sind für je 150 HP Normalleistung bei voller Spannung gebaut; da jedoch stets je zwei in Reihe bleiben, ist die Normalleistung der Lokomotive in ihrer jetzigen Verwendung nur $4 \times 75 = 300$ HP.

(Wirth:) Die Lokomotiven haben Luft*bremse,* weil die Güterwagen der amerikanischen Dampfbahnen, die damit zu befördern sind, mit solcher ausgerüstet sind. Ein durch besonderen Elektromotor angetriebener Kompressor, im Lokomotivkasten untergebracht, liefert die nötige Pressluft.

**4. Anlagekosten.**

Umfassende Angaben hierüber waren nicht erhältlich. Dagegen mögen folgende Einzelheiten von Interesse sein.

(Wirth): Die Holzschwellen aus Yellow pine (Gelbkiefer) kosten an die Bahn gebracht Fr. 2.50 pro Stück. Die Erstellungskosten des laufenden Meters Geleise für das *Strassenbahnnetz* in der *Stadt,* wie beschrieben, betragen mit Inbegriff der Pflästerung Fr. 70.—. Das Schweissen der Rillenschienenstösse bei Ausführung einer grösseren Anzahl durch die Lorain Steel Co. kostet Fr. 30.- per Stoss. Der Erstellungspreis eines Kilometers Geleise der Interurbanstrecken (mit Vignolschienen auf Schwellen wie beschrieben) beträgt mit Inbegriff von

Schwellen und Schotter und der elektrischen Schienenverbinder Fr. 43500.—, derjenige für die elektrische Stromzuführungsanlage längs des Geleises, Masten inbegriffen, pro Kilometer Fr. 6210.—

## C. Betrieb.

### 1. Verkehr.

*Verkehrsleistungen.* Der *Strassenbahnbetrieb in der Stadt* zeigt für amerikan. Verhältnisse nichts besonderes, gegenüber unseren Gewohnheiten aber die drüben übliche, ausserordentliche und polizeilich nicht beschränkte Belastung der Wagen in den Stunden starken Andrangs, namentlich abends nach Geschäftsschluss (100 und mehr Personen in und an Wagen mit knapp 50 Sitzplätzen); ferner die Tag und Nacht ununterbrochene Dauer.

Der *allgemeine Interurbanverkehr* nach Niagara Falls und Olcott zeigt täglich zu gewissen Stunden starke Häufung der Personenförderung, noch grössere an den freien Nachmittagen, besonders im Sommer nach und von der Endstation Olcott Beach und nach Niagara Falls, sowie auf der „Niagara Belt line" an Sonntagen; ferner zeigt sich jahreszeitweise ein bedeutender Stückgüterverkehr in Früchten.

Auf der Linie Buffalo-Lockport-Olcott Beach von 72 km Geleiselänge (Doppelspur inbegriffen) wurden im Betriebsjahr 1904/05 (die Züge befahren nicht alle die ganze Strecke) 1,304,930 Wagenkilometer zurückgelegt und 1,282,266 Personen, d. h. 1,017 Reisender pro Wagenkilometer, befördert. (Wirth.)

Der eigentliche *Frachtverkehr* mit *Güterwagen* findet zwischen Olcott, Lockport und Tonawanda, wo die weitergehenden Güterwagen auf das Dampffernbahngeleise übergehen, seit 8 Jahren mit Hülfe der zwei Lokomotiven ausschliesslich nachts statt. Alle Güterzüge haben fakultativen Charakter; es werden je nach Bedarf mehr oder weniger geführt. Für die Ansammlung der Güterwagen sind verschiedene Spezialgeleise zu Fabriken und in Lockport ein Rangierbahnhof vorhanden. Zur Früchtezeit fahren des Nachts aus der Olcott-Farmgegend, wo sie bei den Farmen selbst beladen werden, auch *Motorwagen*, die speziell für Früchtetransport (für je 1000 der dort üblichen kleinen Körbe) eingerichtet sind, nach Buffalo, z. T. direkt auf den Markt. Die Frachteinnahmen speziell für Früchtetransport sollen schon in einer Nacht 600 Dollars erreicht haben. Das Bild 64 zeigt einen derartigen Güter-Motorwagenzug.

Der Grossgütertransport auf der Sektion Olcott-Lockport-Tonawanda betrug im Jahre 1899: 40000 (englische) Tonnen, und stieg bis zu 188000 t. e. in 1904. Diese Zunahme ging parallel mit einer wesentlichen Verminderung des Frachtverkehrs auf einer parallel verlaufenden Dampfbahn. Im Lokomotivbetrieb dieses Gütertransports der Strecken Olcott- bezw. Lockport-Tonawanda (43 bezw. 20,7 km Länge) werden täglich durchschnittlich 320 Zugskilometer ausgeführt.

*Fahrplan, Zugsbildung und Geschwindigkeiten des Interurban- (zumeist Personen-) Verkehrs.* Es verkehren auf der Linie Buffalo-Niagara Falls täglich von Morgens 5 Uhr bis Nachts 2 Uhr, also während 21 Stunden des Tages, 67 Züge in jeder Richtung, von denen allerdings einzelne nicht die ganze Strecke befahren. Von diesen Zügen führen 4 Gepäckwagen. Es werden dabei auf diesen 37,5 km täglich 5300 Zugskilometer geleistet. In ähnlicher Weise fahren auf der Linie Buffalo-Lockport-Olcott Beach nach jeder Richtung täglich 40 Züge; nämlich während etwa 19 Stunden des Tages jede halbe Stunde ein Zug. Die Züge be-

stehen aus 1 bis 4 Wagen. Jedem Motorwagen wird ein Anhänger beigesellt, sodass die schwersten Züge aus 2 Motorwagen und 2 Anhängewagen bestehen. Solche Züge verkehren zu gewissen Stunden täglich. Ihr Gewicht ist $2 \times 30 + 2 \times 15 = 90$ t leer, dazu $4 \times 50$ Personen auf Sitzplätzen, somit total 100 – 105 t. Es kommt aber die Besetzung mit *100* Personen pro Wagen vor, sodass das Zugsgewicht auch 120 t erreichen kann.

Für die Leistung der Stromzufuhranlage kommt in Betracht, dass bei sehr starkem Andrang, z. B. an „holydays", nach Olcott Beach bis zu *4* solcher Züge *unmittelbar hintereinander*, fahrplanmässig als *ein* Zug, nach einer Richtung abgelassen werden. Diese Züge fahren auf offener ebener Strecke zwischen den Ortschaften mit bis 90 km/h (Leistung also längere Zeit za. 400 PS pro Zug, 200 PS pro Motorwagen, kurzzeitig für die Beschleunigung bis 450 PS mit *einem* Trolley).

Die einzelnen Motorwagen ohne Anhänger fahren mit 90 km/h maximaler Geschwindigkeit. Mit Inbegriff aller Halte- und Geschwindigkeitsverminderungen bei Steigungen, Kurven, Übergängen und in den Städten beträgt die Fahrzeit für die 37,5 km Entfernung Buffalo-Niagara Falls 75 Minuten, sodass hier die kommerzielle Geschwindigkeit 30 km/h ist. Für die 60,3 km Entfernung Buffalo-Olcott Beach: 99 Minuten Fahrzeit, somit kommerzielle Geschwindigkeit = 36,5 km/h. Diese Geschwindigkeiten sind wesentlich herabgemindert durch die vorgeschriebenen geringeren Geschwindigkeiten in den Städten. Nach den Bestimmungen, die bei der Gesellschaft herrschen, betragen diese:

*Mittlere* Geschwindigkeiten in der Stadt

Niagara Falls, ohne Halte: 27,7 km/h; mit Inbegriff der Halte: 17,4 km/h;
Buffalo, ohne Halte: 21,0 km/h; mit Inbegriff der Halte: 17,0 km/h;

Die kleinen, an der Linie gelegenen Städtchen sollen eine Maximalgeschwindigkeit von 16 km/h vorgeschrieben haben, die aber offenbar faktisch überschritten wird.

Aus dem Fahrplan ergeben sich dagegen ferner als mittlere Geschwindigkeiten *zwischen zwei Stationen* an mehreren Stellen effektiv 51 und 59 km/h.

Dem angeführten Interurbandienst auf der Linie Buffalo-Olcott Beach (60,3 km Linienlänge, 72 km Geleiselänge) sind vom gesamten Rollmaterial normalerweise zugewiesen: 25 Motorwagen und 9 Anhängewagen, welche, wie bereits erwähnt, im Betriebsjahr 1904/05 zusammen 1,304,930 Wagenkilometer, also durchschnittlich jeder Wagen 38,500 km im Jahre, zurückgelegt, und 1,282,266 Personen (1,017 per Wagenkilometer) befördert haben.

*Fahrplan, Zugsbildung und Geschwindigkeit des Lokomotiv-Güterverkehrs.* Wie bemerkt, besteht hiefür kein Fahrplan, sondern es werden je nach Bedarf mehr oder weniger Züge und nur während der Nacht, zur Zeit da der Strombedarf für den Personenverkehr gering ist, ausgeführt. Züge von 350 bis 600 t werden regelmässig zusammengestellt, mit Verwendung von 18 der drüben üblichen, grossen Güterwagen, welche belastet 30 bis 35 t wiegen. In unserem Bilde 106 ist die Lokomotive mit Güterzug sichtbar. Mit solchen 600 t-Zügen wird mit za. 19 km/h mit einer Lokomotive gefahren, bei kleineren Zügen von 400 t ebenso mit 24 km/h. Ausnahmsweise wurden auch schon Züge von 28 schweren Güterwagen = 1000 t unter Vorspann beider Lokomotiven mit 19 km/h geschleppt.

(Wirth:) Die zwei Lokomotiven leisten jährlich zusammen za. 115,000 Lokomotivkilometer, nämlich wie erwähnt durchschnittlich täglich etwa 320 Zugskilometer zusammen; dabei sollen sie diesen Güterdienst in den acht Jahren stets anstandslos und zu voller Zufriedenheit geleistet haben.

Ein Aufenthalt im Führerstand während einer Stunde strengen Rangierdienstes bei Nacht und unter ungünstigen Verhältnissen zeigte uns auch, dass dieser schwierige Dienst mindestens so einfach und sicher geleistet wird mit dem einen Mann, als durch irgend eine Dampflokomotive mit ihren zwei Mann.

### 2. Energiebedarf.

Hierüber bekamen wir keine näheren Angaben. Einige Anhaltspunkte geben folgende Zahlen, welche aus den Kontrollen der grössten Umformerstation (Virginia Street) für den *Strassenbahnbetrieb* in Buffalo entnommen werden konnten.

Die maximale *Leistung* bewegt sich für diese Station in den *Sommermonaten* bei rund 600 V zwischen 6000 und 7000 Amp., also zwischen 3600—4200 KW; davon leisten die drei im Betrieb gehaltenen Umformer 600 V × 5000 A = 3000 KW und die Batterie 1000 bis 2000 A × 600 V = 600—1200 KW.

Im *Winter*, mit Inbegriff des Mehrbedarfs wegen Schnee und für die elektrische Heizung der Wagen, beträgt die maximale Leistung dagegen 600 V × 11000 A oder also 6600 KW, d. h. etwa 65 % mehr als im Sommer.

Die tägliche *Energie*abgabe schwankt im Sommer etwa zwischen 38,000 und 42,000 KWh, was also einer ungefähr zehnstündigen Ausnützung des beanspruchten Maximums (bei etwa 22stündigem wirklichem Betrieb) entspricht. Im Winter steigt die tägliche Arbeit auf 68,000 bis 75,000 KWh, d. h. bis zu etwa elfstündiger Ausnützung des beanspruchten Maximums, bei gleicher Betriebszeit. Diese, gegenüber unseren Verhältnissen ausserordentlich hohe Ausnützung der Anlage bezieht sich fast ausschliesslich auf Energie für den städtischen Strassenbahnverkehr. Sie ist durch die lange Dauer, hohe Frequenz und starke Benützung durch das Publikum erklärlich und findet sich ähnlich in anderen amerikanischen Strassenbahnen.

Für den *Interurbanverkehr* konnten wir keine Ziffern ermitteln.

Die *Taxe* ist für die Stadt Buffalo eine Einheitstaxe von 5 Cents (25 Rp.), wie fast überall in Nordamerika; für die Interurbanlinien steigert sich die Taxe nach Zonen.

### 3. Unterhalt, Reparaturen, Betriebsausgaben i. allg.

Für Erhebung genauerer Zahlen wäre natürlich überall ein Eindringen in die Eigenart der Buchführung, deren Einteilung in Amerika von der unsrigen abweicht, nötig gewesen. Hiefür hätte jedoch mehr Zeit aufgewendet werden müssen, als uns zur Verfügung stand. Wir haben daher überall, wo nicht rasch und leicht klare Zahlen erhältlich waren, uns darauf beschränkt, namentlich Einzelheiten zu ermitteln, die für die Beurteilung des Unterhalts wichtig sein konnten.

*Bewährung der elektrischen Einrichtungen.* Wir erfuhren hier von der Bahnverwaltung direkt folgendes:

(Wirth): Die jetzt eingeführten geschweissten *Schienenstösse* und Verbindungen verursachen jährlich Reparaturen von ungefähr 1 % derselben, per Stoss à Fr. 30 für Neuschweissung. Die Unterhaltungskosten der ganzen *Geleiseanlage* der Interurbanlinien (auf eigenem Bahnkörper, mit Vignolschienen) sollen per Kilometer und Jahr zirka Fr. 930 kosten.

Die Unterhalts- und Reparaturkosten für die zwei *Lokomotiven* zusammen, elektrischer Teil inbegriffen, belaufen sich per Jahr auf ungefähr Fr. 5060 oder auf 4,4 Rappen per Lokomotivkilometer, die Ausgaben für Schmiermaterial bei denselben auf 0,25 Rp. per Lokomotivkilometer. Von den 32 Feldspulen der

acht Motoren auf den zwei Lokomotiven sind in den acht Jahren 10 Stück ersetzt worden, also jährlich 3 %.

Die grossen Zahnräder der Lokomotiven sind noch die ersten, acht Jahre alten, und sie zeigten sich sozusagen unversehrt; die kleinen Zahnkolben sind ebenfalls noch die ursprünglichen, werden aber demnächst ersetzt werden müssen. Dabei sind diese Zahnkolben fünf Jahre lang je za. 44,000 km und fünf Jahre lang je za. 158,000 km, zusammen in den acht Jahren also gegen 1,400,000 km gelaufen.

Die gesamten Reparaturkosten der *Motor- und Anhängewagen* der Interurbanlinie nach Olcott sollen 2,6 Rp. per Wagenkilometer betragen. Diese Zahl enthält wohl nur *reine* Reparaturkosten. Die Griffinräder der städtischen Wagen dauern durch die dafür geleistete Garantie 64,000 km. Das Zentral- oder Vielfach-Steuerungssystem (Multiple unit nach System der G. E. Co.) soll fast gar keine Reparaturen ergeben haben in den 3½ Jahren seines Gebrauchs. Bei den Motoren betrafen die Reparaturen hauptsächlich Durchschläge der Feldspulen; sie sind aber auch unbedeutend. Die Kollektoren sollen sich ausgezeichnet halten; es seien in den acht Jahren nur *einige* wenige zu reparieren gewesen.

Die Abnützung der Trolleyrollen scheint, wie bei der ungeheuren Beanspruchung und grossen Geschwindigkeit nicht anders möglich, eine bedeutende zu sein; die Rollen bleiben, wie wir uns bei einem kleinen erlebten Unfall überzeugen konnten, offenbar bis zu einem schlechteren Zustand in Dienst als bei uns üblich; man legt kleinen daherigen Störungen keine grosse Bedeutung bei, ersetzt Rollen auch unterwegs.

*Fahrpersonal.* Für die Führung der Motorwagenzüge wird zufolge des Zentralsteuerungssystems je nur *ein* Motorführer verwendet; ebenso wird die Lokomotive nur von *einem* Mann bedient. Dazu kommt, entsprechend dem Gebrauch der Normalbahnen, bei jedem Zug ein Kondukteur.

*Das Streckenpersonal* ist jedenfalls sehr wenig zahlreich; nur die Hauptstationen haben einen „Agenten"; Zwischenstationen, Ausweichstellen (mit Telephonapparaten ausgerüstet) und Wegkreuzungen sind unbewacht.

### 4. Allgemeine Beurteilung.

Wir beschränken uns hier auf Betrachtungen über die *Interurbanlinien* Auf denselben hat sich dieser elektrische Betrieb mit Motorwagen seit acht Jahren für die Bewältigung eines bedeutenden Personenverkehrs bewährt. (Zu den Stunden grösster Beanspruchung werden alle halbe Stunden 200—300 Personen in der einen Richtung, aussergewöhnlicherweise auch das *vier*fache hievon, befördert.) Seit 3½ Jahren hat sich besonders das Vielfachsteuerungssystem als sehr gut und in der Bedienung einfach erwiesen. Es bewährte sich auch die Einrichtung mit Lokomotivbetrieb für Rangierung und Förderung von, für unsere Begriffe schon recht schweren Güterzügen mit mässigen Geschwindigkeiten, trotzdem die Lokomotiven älterer Konstruktion sind. Keine Schwierigkeiten zeigte auch der Betrieb mit relativ grosser Geschwindigkeit mit einfachem Trolleystromabnehmer und gewöhnlicher, elastischer Fahrdrahtaufhängung, trotz Abnahme ungewöhnlich grosser Leistungen pro Rolle.

Dabei sind keine Überraschungen mit Bezug auf Reparaturen am elektrischen Teil, überhaupt sogar äusserst mässige Unterhaltskosten hiefür aufgetreten. Die Anlagen für Stromzuführung scheinen selten Anlass zu Störungen zu geben. In der Energielieferung seitens der Niagarawerke sollen gelegentlich zufolge atmos-

phärischer Einflüsse Störungen auftreten, doch wurde uns mitgeteilt, dass auch diese nicht häufig und zufolge Möglichkeit der Zuleitung auf verschiedenen Wegen stets nur von geringer Dauer seien. Man schätzte die Totaldauer der vorkommenden Unterbrechungen auf monatlich ausnahmsweise höchstens 20 Minuten zur Sommerszeit. (Dabei sind die Hochspannungsleitungen, wenigstens nach neueren europäischen Begriffen, dort noch ziemlich primitiv ausgerüstet.) Betriebsstörungen durch die elektrische Einrichtung des Rollmaterials sollen überhaupt selten sein. Von durch die elektrischen Anlagen speziell verursachten Unfällen oder Telephonstörungen will man bei der Bahn nichts wissen.

Es erzeigte sich ferner der seit acht Jahren betriebene Grossgütertransport, speziell als Sammelverkehr aus der ganzen Gegend nach und von einer Fernbahn, gleich wie der Personenverkehr, auch als ein geschäftlicher Erfolg. Nach Bestätigung von verschiedener Seite hat sich dieser Gütertransport für das Publikum vorteilhafter erwiesen als derjenige auf einer schon viel länger bestehenden, parallel verlaufenden Dampfbahn, welch letzterer die neue elektrische Bahn einen grossen Teil des Güterverkehrs abnahm. Die neue Bahn mit ihren vielen Zügen hat aber auch die Verkehrsverhältnisse im allgemeinen verbessert, den Personenverkehr so rasch als wünschbar und durch den Transport „vom Hause weg über Land direkt wieder zum Hause" besonders bequem gestaltet. Neu eingeführt wurde der für den Absatz der landwirtschaftlichen Produkte so wichtige und praktische direkte Früchtetransport von den Farmen zur Stadt oder auf die Hauptbahn.

# Detroit United Railway Co.

*Städtische Strassenbahn mit Interurbanlinien. Gleichstrom Trolley.*

## A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Dieser Bahngesellschaft gehören zirka 600 km Geleiselänge, wovon je ungefähr die Hälfte auf städtische Strassenbahn und auf Vorort- oder Interurban-Linien entfallen. Die Gesellschaft betreibt ferner 240 km Geleise der Gesellschaften: „Rapid Railway Co." und „Sandwich-Windsor-Amherstburg-Ry.", wovon ebenfalls mehr als die Hälfte Vorortstrecken sind. Es kommen bis 120 km lange Interurbanlinien dabei vor, ausschliesslich für Personenverkehr mit grossen, geschlossenen Wagen direkt von den Geleisen im Innern der Stadt über Land. Dieser Verkehr weist die drüben übliche, regelmässige enorme Steigerung zu gewissen Tagesstunden auf, ebenso die lokale Anhäufung des Verkehrs nach aussenliegenden Parken, namentlich bei besonderen Gelegenheiten. (Zur Zeit unseres Besuchs z. B. nach der za. 30 km vom Stadtzentrum in städtischem Park abgehaltenen „States Fair".) Es sind auch Kurse für Expressgut und für Postwagen eingerichtet. Die letzteren (lediglich Sammel- und Verteilwagen, für die Briefpost) sind Eigentum der Unionspost und fahren auf dem Netz der Stadtstrassenbahn. Die Gesellschaft vermietet ferner Motorwagen zum Zwecke der Reklame beliebiger Unternehmungen, welche die Wagen in verschiedenen Ausstattungen die Runde durch die Stadt machen lassen, (siehe Bild 68, Reklame für ein Parkfeuerwerk, nachts als Transparent, mit Musik die Stadt durchlaufend). Für Bau und Reparatur auf eigener Strecke führt die Gesellschaft oft ganze

Materialzüge durch die Stadt. Betrieb ausschliesslich mit Motorwagen; Geschwindigkeit durch die Stadt beschränkt, auf den Überlandstrecken bis zu 95 km/h. Auf den Geleisen der Gesellschaft und in deren Betrieb kursieren in der Stadt tramartig auch die schweren Wagen und Züge mehrerer nicht ihr gehörender, bedeutender Interurbanlinien, so der Detroit-Ypsilanti-Ann Arbor & Jackson Ry., der Detroit-Monroe-Toledo-Ry. u. s. w.

Die Grösse des Unternehmens mögen die folgenden Zahlen kennzeichnen: Einnahmen aus dem Personenverkehr in einem Jahre gegen 20 Millionen Franken, aus Güterverkehr über $^1/_2$ Million Franken. Jährlich 27 Millionen Wagenkilometer auf den Stadtlinien und 4 Millionen auf den Interurbanlinien. Der Wagenpark umfasst unter anderem za. 1100 Motorwagen.

## B. Bauliche Anordnung und Ausdehnung der Anlage.

### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

*Spurweite:* Normal.

*Geleise:* In der Stadt fast ausschliesslich zweigeleisig, oder Geleise für die eine Fahrrichtung in der einen, für die andere Richtung in einer parallelen Strasse, was in den regelmässig gebauten amerikanischen Städten oft vorkommt.

Geleiselänge: Eigene in der Stadt 309 km, Vorort- und Interurbanstrecken 311 km . . . . . . . . . . . . . . . . Total 620 km

Dazu Geleiselänge der von der Gesellschaft betriebenen Bahnen anderer Eigentümer: In der Stadt 90 km, Vorort- und Interurbanstrecken 152 km . . . . . . . . . . . . Total 242 km

Totale betriebene Länge: 862 km

Die eigenen Interurbanlinien erreichen beispielsweise folgende Länge, vom Zentrum von Detroit aus gerechnet: Linie nach Flint 110 km, Ronxo 63 km, Northville 43 km, Pontiac 55 km, Trenton 26 km, Port Huron 120 km.

*Steigungen* und Höhendifferenzen keine nennenswerten, mit Ausnahme ganz kurzer Strecken bei besonderen Objekten, die nach amerikanischem Gebrauch mit lebendiger Kraft und nachher abnehmender Geschwindigkeit befahren werden.

*Unter- und Oberbau* in der drüben allgemein üblichen Weise: In städtischen Strassen: Die Schienen auf Betonkörper, zwischen Holz-, Stein-, (Granit-) oder Asphaltpflaster. Unter den versetzten Stössen einbetonierte Holzschwellen. Es sind meist die drüben üblichen, bereits beschriebenen Schienen, die statt eigentlicher Rille einen niedriger liegenden horizontalen Flügel haben (Skizzen des Bildes 5). Diese Anordnung findet sich in Detroit vielfach auch auf ungepflasterten Strassen und auf den Interurbanstrecken, soweit solche auf der Landstrasse verlaufen; auf letzterer zwischen den Schienen Schotter oder auch lediglich sandiges Material. Neuerdings werden aber in der Stadt *eigentliche* Rillenschienen wie bei uns angewendet.

(Wirth). Länge der Rillenschienen und der Flügelschienen = 18,288 m, Gewicht 44,2 kg/m; Richtschienenlänge 1,5 m.

Interurbanstrecken auf eigenem Bahnkörper: Stählerne Vignolschienen mit versetzten Stössen auf Holzschwellen in Schotter.

(Wirth): Länge der Vignolschienen = 9,114 m, Gewicht 29,6 kg/m und 34,4 kg/m; gerade Laschen mit 4 Bolzen. Schwelle unter jedem Stoss, im übrigen im Abstand von 60 cm; Schotter ungeworfen und von mittelmässiger Qualität. Auf solchem Unterbau wird mit Achsdrucken bis 8 t und Maximal-

geschwindigkeit von 95 km/h gefahren. Versuchsweise Verwendung von 18 m Vignolschienen wurde wieder aufgegeben, „weil während der heissen Monate unerwünschte Verziehungen des Geleises vorkamen".

*Weichen.* Federweichen mit Hebelzug. Solche werden in ähnlicher Ausführung vielfach in amerikanischen Strassenbahnen verwendet.

*Stations- und Streckensignale und -Sicherungen.* Ähnlich wie bei Buffalo beschrieben; mit Ausnahme der Stations- und Weichensignale nachts nicht beleuchtet; die Beleuchtung der Weichen der Kreuzungsstellen vom Fahrpersonal bedient.

Auf eigenem Bahnkörper ist die ganze Strecke, wie bei allen besuchten Bahnen, eingefriedigt; die *Einfriedigung* ist freilich meist mehr eine markierte als eine effektive Absperrung.

*Kreuzungen mit Hauptbahnen.* Ausser den schon bei Buffalo erwähnten Kreuzungen ohne besondere Vorrichtungen fanden wir hier, wie anderwärts noch wiederholt, Übergänge über Hauptbahnen mit sogenannten *„Sicherheitsweichen"*.

(Wirth): Diese Sicherheitsweichen sind kurz und führen die Wagen nicht, wie bei uns, auf ein ablenkendes Geleise, sondern nur auf ein kurzes Stück eines solchen und damit zur förmlichen Entgleisung. (Siehe die Skizze auf Tafel 4). Der Vorschrift nach muss der herankommende Wagen oder Zug der Nebenbahn 10 m vor der Weiche gestellt werden; der Kondukteur geht voraus, überzeugt sich, dass die Hauptlinie frei ist, zieht den Hebel der Sicherheitsweiche an und gibt dem Wagenführer das Zeichen „vorwärts". Solange der Hebel angezogen gehalten wird, kann der Zug der Nebenbahn auf deren Hauptgeleise durchfahren. Verlässt der Kondukteur den Hebel, so stellt sich die Federweiche selbsttätig wieder anf Entgleisung. Diese Vorrichtungen werden von den Bahnen selbst als gefährlich bezeichnet; es soll nicht nur vorkommen, dass der Nebenbahnwagen durch die Entgleisung in das Strassenbett umgeworfen wird, sondern auch dass er durch lebendige Kraft bis auf die Geleise der Hauptbahn weiter gleitet und die letztere sperrt.

Bei dieser Bahn fanden wir solche Kreuzungen mit Hauptbahnen, bei denen auch an der letzteren ähnliche „Entgleisungsweichen" angebracht sind, (z. B. bei der Wabash R. R.). Diese sind dann mit denjenigen der Nebenbahn in Verriegelung und werden von einer kleinen Zentrale aus bedient, ihre Stellung durch Vorsignale angegeben.

## 2. Elektrische Einrichtungen.

*Das elektrische Betriebssystem im allgemeinen* ist dasjenige des Gleichstroms mit 500 — 600 Volt und gewöhnlicher Oberleitung mit Stromabnahme durch Rolle. Die Energie wird in eigenen Dampfzentralen erzeugt, z. T. (namentlich für die innern Teile der Stadt) direkt als Gleichstrom, z. T. als Drehstrom von 16000 Volt 25 Perioden unter Abgabe an Unterstationen durch Freileitung.

*Leitungen. — Kontaktleitungen.* Im allgemeinen ganz ähnlich wie für Buffalo beschrieben; einfachste bei uns übliche Art für Rollentrolley; immer nur je ein Draht pro Geleise. In der Stadt Aufhängung an Querdrähte, die hier vorzugsweise an den Häusern befestigt sind. Wo Häuser mangeln, sind ausserhalb der Stadt ausschliesslich, aber auch in den äusseren Strassen der Stadt selbst, Masten aus Holz verwendet. Überall nur einfache Isolation. Gewöhnliche, aber elastische Aufhängung (überall an Querspanndrähten), auch für die Interurbanstrecken mit grosser Geschwindigkeit.

*Speiseleitungen.* Ausgiebige Verwendung solcher mit sehr grossen Querschnitten. Von der Kraftstation in der Stadt, welche direkt Gleichstrom erzeugt, gehen 22 Feeders ab, sämtlich schwerste Kupferseile, als Freileitungen auf Holzgestänge, ein nie zuvor gesehenes Bild bietend, äusserst unschön und mit einem für unsere Begriffe von öffentlicher Sicherheit unzulässigen Kupfergewicht über dem Strassenverkehr. Die Stadt Detroit hat bisher nur für elektrische Leitungen für Beleuchtung sowie für Hochspannung unterirdische Verlegung verlangt: mit den oberirdischen Kontaktleitungen lässt sie auch die zugehörigen Speiseleitungen der Bahn als oberirdische bestehen.

In die Speiseleitungen sind vielfach Maschinen zur *Spannungserhöhung* (Booster) eingeschaltet. Solche finden sich unter anderem auch in der Kraftstation A selbst (siehe weiter unten) beim Abgang einiger Feeder. An zwei Orten sind besondere *Boosterstationen mit Akkumulatorenbatterien* errichtet. Wir besuchten davon die Station „K" am Rande der Stadt. Dieselbe ist neu, nach modernen Prinzipien wie bei uns gebräuchlich, feuersicher erstellt. Ein Gleichstrom-Motor-Generator erzeugt za. 130 V Zusatzspannung. In Zeiten geringen Strombedarfs dient er zum Laden der dort aufgestellten Akkumulatorenbatterie. (Als Beispiel amerikanischen Zusammenarbeitens mag erwähnt werden, dass diese Station auch einen Wechselstromspannungsregler der Detroiter Edison-Gesellschaft für die allgemeine Beleuchtungs-Stromverteilung enthält, der von dem Umformerwärter der Bahngesellschaft gegen Entgelt überwacht wird für die Edisongesellschaft.)

*Speiseleitungen und Diensttelephonleitungen,* ausserhalb der Stadt auch die *Hochspannungsleitungen des Drehstroms* sind hier, wie überall gesehen, an dem Holzgestänge befestigt, das die Fahrleitung trägt.

*Elektrische Schienenverbindung.* (Wirth): Kupferverbinder mit eingepressten Anschlussköpfen wie in Buffalo auch hier bewährt. Versuche mit Schienenschweissungen sind ausgeführt und werden fortgesetzt. Von 636 elektrisch geschweissten Stössen sind in einem Jahre 31, d. h. 5%, und von 145 mit Thermit geschweissten Stössen in gleicher Zeit 8 oder 5,5% gebrochen. Das Thermitverfahren wird aber vorgezogen, weil die Reparaturen einzeln sofort durch die Bahngesellschaft selbst ausführbar sind, bei elektrischer Schweissung nicht. Das Thermitverfahren wird weiter verwendet und wahrscheinlich als normale Verbindung eingeführt.

*Kraftstationen.* Zwei unmittelbar am Fluss gelegene Dampfkraftstationen „A" und „B", von denen die eine die Erweiterung der andern und lediglich aus Raummangel durch eine Strasse von dieser getrennt ist, und die zusammen als *eine* Station arbeiten, liefern im wesentlichen die Energie für das Stadtgebiet. Beide Stationen, seit 10 Jahren im Betrieb, zeigen in der wachsenden Grösse der Maschineneinheiten die dortige Entwicklung dieser Technik. Station A enthält in Einheiten zu 600, 1200, 1700 und 2600 HP, (sämtlich langsam laufende horizontale 2zylindrige Corlissmaschinen von Allis Chalmer) zusammen za. 18000 HP Leistung. Station B weist in Einheiten von 400, 800, 1000 und 1500 KW total za. 10000 KW Dynamoleistung oder za. 15000 HP Dampfmaschinenleistung auf, in horizontalen, langsam laufenden Dampfmaschinen von Filer & Stowell Milwaukee. Die grössten Dampfmaschinen machen 75 Umdrehungen per Minute. Alle direkt gekuppelt mit Gleichstromgeneratoren gleicher Leistung, geliefert von der G. E. Co., der Westinghouse Co. und von Walker Cleveland.

Dampfkessel sind in jeder der beiden Stationen je 16 vorhanden mit je einem Feuer, sämtlich „Sterling"-Wasserröhrenkessel; keine Überhitzer. Die

Feuerung ist mechanisch, durchaus automatisch, System der „Murphy Smokeless Furnaces" in Detroit. Es wird Gries von weicher pennsylvanischer Kohle gebrannt. Die Kohlenwagen der Normalbahn entleeren sich direkt in die Bunker; z. T. findet auch direkte Zufuhr per Schiff (a. d. Detroitfluss) statt. Durch Paternosterwerk auf den Estrich gehoben, sinkt die Kohle von dort selbsttätig vor die Feuer.

Die elektrische *Schaltanlage,* für beide Stationen ausschliesslich in „A" untergebracht, lässt ihr Alter von 10 Jahren erkennen: Eng gedrängt, Schaltwand von hinten nicht begehbar, an dunkler Stelle plaziert, für 22 Generatoren und 22 je mit selbsttätigem Maximalschalter abgehende Speiseleitungen auf sehr kleinen Raum zusammengedrängt; wenig Vorsorge für Feuersicherheit, in der ganzen Station sehr viel Holz verwendet an Schaltanlagen und anderswo. Die Abteilungen der Schaltwand sind normale „Panels" der G. E. Co. aus Schiefer. Es sind selbsttätige Maximalschalter der G. E. Co. vorhanden für die Speiseleitungen, einzeln bis zu 1500 A, für die Generatoren bis zu 6000 A normal führend, die tadellos funktionieren sollen; ihr Zustand scheint dies zu bestätigen. Gute Konstruktion der Einzelapparate und sichtbar gute Besorgung scheinen die Gefahren des gedrängten und nicht feuersicheren Baues bis jetzt nicht haben auftreten lassen. Wie in den meisten Anlagen gefunden, sind Wattstundenzähler (Recording Wattmeter der G. E. Co., sehr präzis gearbeitete Instrumente feinster Konstruktion, wie überhaupt alle verwendeten Messinstrumente) für *jeden einzelnen Generator* vorhanden; dazu ein Totalzähler, aber kein Sammel-Ampèremeter.

*Vorrichtungen für Isolationsprüfung* oder Signalisierung von Fehlern in Speiseleitungsbezirken fehlen vollständig; jeder Maximalschalter, der sich ausschaltet, wird ohne weiteres unmittelbar wieder eingeschaltet.

*Weitere Dampfkraftstationen,* wovon 3 zu 3000 HP, 1 zu 1000 HP, zusammen also 10000 HP, z. T. in grosser Entfernung gelegen, bedienen in der Hauptsache die Interurbanlinien. Sie produzieren Drehstrom von 16000 V, 25 Perioden und übertragen ihn, durch Freileitungen auf Holzgestänge, in bebauten Stadtteilen z. T. auch durch Kabel (für 16000 V) nach einer grossen Zahl von

*Unterstationen* mit Einanker-Umformer, in der im Lande allgemein üblichen, anderwärts beschriebenen Ausführung.

### 3. Rollmaterial.

Das gesamte Rollmaterial besteht aus:

| | |
|---|---|
| Motorwagen für Personentransport, im eignen Besitz . . . . . . . | 1074 |
| ferner im Eigentum der von der Gesellschaft betriebenen 2 andern Bahnen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 211 |
| Total | 1285 |
| (Anhängewagen für Personentransport werden keine verwendet.) | |
| Motorwagen für Expressgut und Eilguttransport . . . . . . . . | 17 |
| Schneepflugwagen, im Sommer als Transportwagen für Geleisereparaturen verwendet (auch als „Lokomotiven" für angehängte Materialwagen) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 50 |
| Insgesamt ausser einigen später zu erwahnenden Spezialwagen (sämtlich Motorwagen) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1352 |

Für den *Strassenbahnbetrieb in der Stadt* dienen hier (eine Ausnahme für Nordamerika) vorwiegend *zweiachsige* Motorwagen à 50 Sitzplätze, ziemlich leicht

gebaut, Leergewicht 15 Tonnen. Sie haben Untergestelle System Dupont. Einen derartigen offenen Sommerwagen mit Quersitzen zeigt das Bild 69 in Fahrt. Diese Wagen haben den Führerstand auf offener Plattform.

Für denselben Dienst sind auch schwerere *vierachsige*, geschlossene Wagen verwendet. Diese haben nur eine, abgeschlossene und dem Publikum unzugängliche Führerkabine, am vorderen Ende. Von der dazu nötigen Anordnung von Schleifengeleisen an den Endstationen wurde uns hier gerühmt, dass dieselbe viel Zeit beim Wenden spare und den Verkehrsandrang an den Endstationen leichter erledige. Diese Wagen (siehe Bild 70) haben im geschlossenen Innern ebenfalls 50 Sitzplatze und die übliche Anordnung mit Mittelgang und Quersitzen für je zwei Personen.

(Wirth): Radstand der Drehgestelle 1,370 m, Abstand zwischen Drehzapfen 5,294 m.

Für die *Interurbanlinien* sind die Wagen vierachsig, schwerere, geschlossene Konstruktionen, Dach und Kasten an der Stirnseite zur Verminderung des Luftwiderstandes abgeschrägt. Eine rings abgeschlossene Vorderplattform als Führerstand, offene Hinterplattform für Stehplätze; 53 Sitzplätze auf Quersitzen, Mittelgang. Die ganze Bauart ist ganz ähnlich derjenigen der Interurbanlinien von Buffalo, und ersichtlich aus Bild 71, welches einen Wagen der Linie nach Pontiac auf „Campus Martius“, dem Zentralplatz der Stadt, zeigt.

(Wirth): Diese Wagen haben die Masse: Radstand eines Drehgestelles = 1,828 m, Abstand zwischen Drehzapfen = 8,634 m, Länge über Stossbalken = 15,390 m, Leergewicht = 27,6 t, Adhäsionsgewicht = za. 20 t. (Die Drehgestelle sind als „maximum traction truck“ ausgebildet).

*Elektrische Ausrüstung* Die Interurbanwagen haben je zwei Motoren von 150 HP, jedes Drehgestell je einen, auf eine Achse desselben wirkend. Steuervorrichtung die gewöhnliche für direkte Schaltung, Serieparallelsystem. (Die Vielfachsteuerung ist nicht angewendet, da nie mehrere Motorwagen gekuppelt werden.) *Stromabnehmer* das gewöhnliche Rollentrolley, 1 pro Wagen, auch für Interurbanlinien. Die Wagen sind mit dem *automatischen Trolley-Einholer,* betrieben durch Luftdruck, versehen. Dessen Konstruktion konnten wir hier genauer studieren:

(Wirth): Der untere Teil der Rute ist verbunden mit einem Kolben, der sich in einem, auf der einen Seite offenen Zylinder bewegen kann. Hinter den Kolben wird Pressluft eingelassen, worauf bei der eintretenden Bewegung der Kolben eine Spiralfeder spannt, die sich im Luftzylinder befindet. Gleichzeitig steigt die Rute in die Höhe an den Fahrdraht. Will die Rolle entgleisen, so muss sie und damit die Rute zunächst eine gewisse Bewegung nach unten machen; sobald diese Bewegung zur Entgleisung genügend ist, öffnet ein mit der Rute verbundenes Stück die Riegel eines Schnappverschlusses des Kolbens, sodass die Pressluft ausströmt und die Spiralfeder die Rute nach unten einzieht. Die Vorrichtung wird auch hier als durchaus bewährt bezeichnet.

*Bremsen.* (Wirth): Alle Wagen haben ausser einer Handbremse die Luftdruckbremse „National Electric“, welche praktisch der bekannten Westinghouse „straight air brake“ gleichkommt. Die Pressluft für die Bremse wird hier nicht in den Wagen selbst erzeugt, sondern jeder Wagen führt sie in zwei Behältern von 245 l Inhalt unter einem Anfangsdruck von 21,6 Atm. mit sich. Mit dieser Ladung sollen 375 bis 400 Bremsungen vorgenommen werden können. Die Ladung wird alsdann an besonderen Luftdruckstationen erneuert; es sollen im ganzen Netz deren 10 sein, an Orten längeren Halts.

In Fällen ausserordentlichen Verkehrsandranges an einzelnen Punkten wird jedoch eine Aufladung der Druckluft an solchen Stellen nötig, die sonst keine Einrichtung dafür haben. Die Gesellschaft besitzt dazu eine *fahrbare Luftkompressoranlage,* eingebaut in einen grossen geschlossenen Motorwagen. Das Bild 115 stellt diesen Wagen im Äusseren dar, wie wir ihn auf dem temporären Bahnhof der „States fair" sahen, nach welchem bei unserem Besuch ein ausserordentlicher Personenverkehr stattfand. Bild 70 zeigt auch die Vornahme der Ladung eines Personenwagens von dieser Station aus. Die Gesellschaft schildert dieses System als wirtschaftlicher als das der Kompression auf den Wagen; es mag dies richtig und das System überhaupt angängig sein in dem hier vorliegenden Spezialfall, wo stets nur einzelne Wagen verkehren.

Die Wagen sind mit Handapparat zum *Sandstreuen* ausgerüstet.

*Heizung.* (Wirth): Diese geschieht mit warmer Luft oder warmem Wasser von kleinen eisernen Öfen für Kohlenfeuerung aus, die sich auf der Führerplattform befinden und vom Wagenführer bedient werden. Nach Mitteilung der Gesellschaft stellt sich die elektrische Heizung teurer als diese. (Gleiche Einrichtung und Bemerkung auch anderwärts.) Die warme Luft wird sonderbarerweise im *oberen* Teil des Wageninnern eingelassen.*) Die Warmwasserheizung ist ähnlich derjenigen unserer europäischen internationalen Schlafwagengesellschaft, nur in kleinerem Massstabe ausgeführt.

*Die Beleuchtung* ist elektrisch und reichlich.

*Fender* besitzen alle Wagen, wie die Bilder zeigen; über ihre Konstruktion ähnliche Bemerkung wie bei der Buffalo Intern. Ry.

(Wirth): Sowohl für den fortwährend vorkommenden Neubau von Linien, als auch für die Reparaturen hat es die Gesellschaft für vorteilhaft erkannt, besondere *Baumaschinen auf Spezialwagen* zu halten. Sie hat diese mechanischen Bauarten und die Einrichtungen dazu in musterhafter Weise ausgebildet. Es handelt sich durchwegs um automobile Maschinen, d. h. Motorwagen, die auf dem bereits fertigen oder einem provisorischen Geleise fahren. Es sind insbesondere: Ein Park von Material-Motorwagen mit Werkzeug-Anhänger, wie im Bilde 116 einer sichtbar; 1 Spezialwagen mit Betonmischmaschine, welche an Ort und Stelle in 24 Stunden 153 m³ Beton zubereitet (Bild 117); dann eine Anzahl Beschotterungswagen, welche jeder 20 t Schotter transportieren und denselben selbsttätig links und rechts zwischen den Schienen auf den Bahnkörper legen; endlich ein Motorkranwagen für Geleiseverlegungen und Reparaturen (Bild 118). Ausser diesen mobilen Einrichtungen ist den Reparaturwerkstätten eine feste *Steinmühle* für die Herstellung des Schlagschotters zugeteilt (Bild 119).

**4. Anlagekosten.**

Wir erhielten von der Gesellschaft folgende Angaben über einzelne Punkte:

Die Erstellung von Doppelgeleisen in der Stadt, Unter- und Oberbau zusammen, kostet pro laufenden Meter:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| mit Inbegriff von Holzpflästerung . . . . . | Fr. | 115.80, | wovon Fr. | 65.— | auf Material, Rest auf Arbeit entfallen. |
| do. m. Asphaltpflästerg. | „ | 157.70, | „ „ | 100.— | „ „ „ „ „ „ |
| Die Erstellung von einspurigem Geleise auf den Interurbanstrecken wie beschrieben kostet . . | „ | 18.87, | „ „ | 13.60 | „ „ „ „ „ „ |

*) Diese Einrichtung ist übrigens analog der auf den amerikanischen Bahnen üblichen Einrichtung, die frische *kalte* Luft *unter* den (nur nach oben verschiebbaren) Fenstern ungefähr auf die Rumpfhöhe des sitzenden Reisenden einzulassen.

## C. Betrieb.

### 1. Verkehr.

Detroit ist das Zentrum eines förmlichen Spinnwebenetzes von elektrischen Interurbanlinien grosser Länge. Ausser dem halben Dutzend solcher Linien, die der Detroit United Ry. gehören oder von ihr betrieben werden und die nach Norden bis zum Huron See in 140 km Entfernung reichen, gehen nach Süd und West die nachher besonders zu beschreibenden Linien nach Toledo (90 km), das selbst wieder ein Ausgangspunkt neuer solcher Linien ist, und nach Jackson (122 km), von dem aus eine andere Linie weiter nach Westen geht. Dieses Netz elektrischer Bahnen mit Zentrum Detroit ist ein typisches Beispiel vieler solcher, die in den Staaten vorkommen; es zeigt besonders auch die früher erwähnte Verbindung mehrerer solcher Zentren durch solche Linien. So kann man beispielsweise von Port Huron im Norden über Detroit (140 km) und Toledo (230 km) weitere 220 km nach dem neuen Zentrum Dayton (Ohio) und von dort nach Cincinnati (weitere 80 km) durchwegs auf elektrischen Interurbanlinien fahren, also zusammen auf eine Distanz von 530 km; ebenso nach Columbus oder Cleveland und Canton (Ohio) etc. auf ähnliche Distanzen. Alle diese Interurbanlinien verkehren mit ihren Wagen oder Zügen auf dem Strassenbahngeleise der „Detroit United" durch das äusserst starken Verkehr aufweisende Zentrum der Stadt. Das ist auch für diejenigen Interurbanlinien der Fall, welche nicht der Detroit United gehören oder von ihr betrieben werden. Deren Wagen werden dann aber auf Stadtgebiet von Beamten der „United" geführt und die Fahrgelder dort zu deren Handen eingezogen. Es ist daraus ersichtlich, dass die Interurbanlinien den Vorteil, direkt in und durch die Stadt zu fahren und dort Fahrgäste zu sammeln, höher anschlagen als ihre Leistung, die in der kostenlosen Überlassung ihrer Wagen an die „United" auf Stadtgebiet besteht. Gerade in Detroit erhielten wir auf dem Campus Martius, dem Haupt-Strassenknotenpunkt im Zentrum der Stadt, ein eindrucksvolles Bild von dieser Art Mischung von städtischem und Überlandverkehr mit elektrischen Bahnen, der dem Publikum so grosse Bequemlichkeiten bietet; eine mit Rücksicht auf die Einwohnerzahl (za. $^1/_3$ Million in Detroit) fast beispiellose Frequenz von Wagen und Zügen an diesen Knotenpunkten liefert zu gewissen Stunden, in denen buchstäblich Wagen hinter Wagen kreuz und quer fährt, den Beweis der Bedeutung dieses Verkehrs. Die Existenz der Vorortlinien hebt offenbar auch den Strassenbahnverkehr ungemein; der Fussgängerverkehr muss sich in Nordamerika geradezu erschweren lassen durch das allein noch beliebte Beförderungsmittel der Strassenbahn. Wir konnten uns von der zu gewissen Stunden und nach gewissen Plätzen ins Ungeheure anwachsenden Frequenz dieser Stadtstrassen- und Vororts-Bahnen gerade in Detroit überzeugen bei Anlass der „States fair"; die Besichtigung dieses Verkehrs liess uns die Angabe der Gesellschaftsorgane durchaus nicht unwahrscheinlich erscheinen, wonach oft in *einer* Stunde 100 Wagen à 50 Sitzplätze, aber mit weit mehr Personen besetzt, im ganzen Tage bis 8000 Passagiere an einen solchen Vergnügungsplatz geführt werden.

*Fahrplan und Verkehrsleistungen.* Die Wagen verkehren im Innern der Stadt so dicht wie möglich, nach Vororten von etwa 25 km Entfernung alle 15 bis 20 Minuten, nach Städten auf 30 bis 40 km meist alle Halbstunden, auf 60 bis 70 km regelmässig alle Stunden, und nach den äussersten Enden der Interurbanlinien auf 120 bis 140 km alle 2 Stunden.

(Wirth): Im Jahre 1904 legten die *städtischen* Wagen der „Detroit United" 2,686,568 Wagenkilometer zurück, die Interurbanwagen 4,304,826 Wagenkilometer-

*Zugsbildung.* Es wird auf den Interurbanlinien nur mit einzelnen Motorwagen gefahren; Zugsgewicht somit 28 t + 53 Passagiere normal, maximal bis 100 Passagiere, daher total 32 — 36 t.

Die *Geschwindigkeiten* sind dieselben, wie bei Buffalo erwähnt: beschränkte (nominell nur bis 18 km) innerhalb der Stadt, und grosse bis 95 km/h auf eigenem Bahnkörper ausserhalb. (Wirth): Die kommerzielle Geschwindigkeit auf den Interurbanlinien beträgt etwa 45 km/h.

## 2. Arbeitsbedarf, Effekte und Wirkungsgrade.

Darüber waren nur spärliche Angaben erhältlich.

Von der Doppelkraftstaion „A" und „B", die hauptsächlich das städtische Netz speist, wurden ab Sammelschienen abgegeben an Energie in Gleichstrom im Monat August 1905: ab Station A: 1,832,000 } total somit 3,666,000 KWh*)
„ „ B: 1,834,000 }
oder im Mittel rund 120,000 KWh während rund 20 effektiven Betriebsstunden in den 24 Stunden eines Tages.

Dies ergibt, bezogen auf die Gesamtzeit von 24 Stunden, eine mittlere *Leistung* von *za. 5000 KW,* bezogen auf die wirkliche Betriebsdauer von 20 Stunden aber eine mittlere Leistung von *za. 6000 KW* = 600 V × 10,000 A; letztere Stromstärke konnten wir auch als ungefähre mittlere direkt beobachten in der Kraftstation. Dagegen beträgt die im *Sommer* beobachtete *Maximal*leistung *za. 13,800 KW,* nämlich = 600 V × za. 23,000 A, also 2,3 mal mehr als die mittlere Leistung während der Betriebsstunden, und 2,7 mal mehr als die absolute mittlere Leistung.

Eine Angabe der Maximalleistung im *Winter* konnten wir nicht erhalten; sie dürfte nach allem wohl annähernd durch die Leistungsfähigkeit aller Maschinen = 22,000 KW gegeben sein, also um za. 50—60% die maximale Sommerleistung übersteigen. Bei den starken Schneefällen in dieser Gegend wäre dies nicht verwunderlich.

Leider war die Zahl der *Wagenkilometer,* welche mit der Energieproduktion dieser Station ausgeführt wurden, nicht zu ermitteln.

## 3. Unterhalt, Reparaturen und Betriebsausgaben im allgemeinen.

Betreffend die *Kraftbeschaffung* wurde uns mitgeteilt, dass die Stationen A und B zusammen im Sommermonat August 1905 7600 t (englische) = 7700 metrische Tonnen des pennsylvanischen Weichkohlengrieses als Brennmaterial verbrauchten, bei einer Produktion von 3 666 000 KWh Gleichstrom ab Sammelschienen. Es wurde sonach an Kohle 2.10 kg pro KWh ab Sammelschienen verbraucht, oder za. 1,3—1,4 kg pro PSh ab Dampfmaschinen, je nach angenommenem Wirkungsgrad der (meist älteren) Dynamos. Dabei sollen diese Kohlen kosten per t englisch: Dollars 1.55 (wovon za. Dollar 1.15 auf die Fracht, und 40 Cents auf die Kohle ab Grube entfallen) oder per metrische t za. Fr. 8.—; somit würde die PSh ab Dampfmaschinen durchschnittlich an Kohlen 1—1,1 Rappen**) kosten, die KWh ab Sammelschienen

*) Wir wollen in der Folge der Einfachheit halber die Zeichen PSh und KWh für Pferdekraftstunde und Kilowattstunde anwenden.

**) Zur Vermeidung von Verwechslungen zwischen den amerikanischen „Cents" und den schweizerischen „Centimes" werden wir für die letzteren die alte, gute Bezeichnung „Rappen" (Rp.) anwenden.

durchschnittlich an Kohlen za. 1,7 Rappen. Diese Zahlen scheinen mit den von der Buchhaltung aufgezeichneten *Jahresausgaben* für Kohlen nicht übel übereinzustimmen, dürften also als ziemlich richtig angesehen werden.

Für den *Unterhalt der Strecken* dient wesentlich der bereits erwähnte Spezialwagenpark, mit dem die Unterhaltskosten beträchtlich erniedrigt worden sein sollen.

Die Bahn hat mit ganz ausserordentlich schwerem Winter, namentlich starken Schneefällen zu kämpfen; dies zeigt auch ein nachstehend erwähnter Posten von Fr. 143 725.60 für Ausgaben eines Jahres allein für Räumung von Schnee und Eis. Die „United" hat wie angeführt einen Park von 50 Schneepflügen. Bild 120 zeigt die Konstruktion eines solchen, Bild 121 eine Anzahl derselben im Park, und die Bilder 122 und 123 geben einen Begriff von der Schneeräumungsarbeit auf den Interurbanlinien um Detroit.

Von den *Schienenstössen* mussten nach bisheriger Erfahrung von den elektr. geschweissten jährlich 5%, von den mit Thermit geschweissten 5,5 % repariert werden.

Im übrigen erhielten wir von der Leitung der Gesellschaft in liebenswürdigster Weise einen genauen Auszug aus der Betriebsrechnung des Jahres 1904, welcher zahlenmässige Auskunft gibt über die Kosten des Unterhaltes, wenn auch nicht über alle Einzelheiten. Diese Aufstellung betrifft die eigenen Linien der Detroit United *ohne* die lediglich von ihr betriebenen Linien. Wir geben nachstehend Abschrift dieser Aufstellung über Betriebsausgaben, umgerechnet in Rappen und Kilometer.

**Detroit United Railway Co. — Betriebsergebnisse im Jahre 1904.**

| | |
|---|---|
| Wagenkilometer der Stadtwagen | 26 865 608 |
| „ „ „ Interurbanwagen | 4 304 826 |
| Total der Wagenkm für 1904 | 31 170 434 |

*Betriebs-Ausgaben.*

| | Total Fr. | per Wagenkm Rp. | per km Fr. |
|---|---|---|---|
| *Unterbau und Oberbau.* | | | |
| 1. Unterhalt des Bahnkörpers . . . . | 814 036. 15 | 2,61 | 1 312. 95 |
| 2. „ der elektrischen Leitungen . | 144 844. 70 | 0,45 | 233. 62 |
| 3. „ „ Gebäude u. festen Teile | 122 575. — | | |
| Total | 1 081 455. 85 | 3,46 | 1 760. 40 |
| *Unterhalt der Kraftanlagen und des Rollmaterials.* | | | |
| 4. Unterhalt der Dampfzentralen . . . | 46 257. 35 | 0,15 | 74. 60 |
| 5. „ „ elektrischen Zentralen . | 20 630. 85 | 0,07 | 33. 27 |
| 6. „ „ Wagen . . . . . . | 600 294. 80 | 1,92 | |
| 7. „ „ elektrischen Ausrüstung der Wagen . . . . . . | 548 648. 25 | 1,76 | |
| 8. „ von verschied. Ausrüstungsgegenständen . . . . . . . . . | 67 994. 45 | 0,22 | |
| 9. Verschiedene Werkstättenausgaben . | 143 309. 20 | 0,46 | |
| Total | 1 427 134. 90 | 4,58 | 2 301. 82 |

| *Kraftanlage.* | Total Fr. | per Wagenkm Rp. | per km Fr |
|---|---|---|---|
| 10. Löhne | 410 612. 50 | 1,31 | |
| 11. Kohlen für Krafterzeugung | 949 070. 70 | 3,04 | |
| 12. Wasser | —. — | | |
| 13. Schmiermaterial, Putzfäden | 27 619. 95 | 0,08 | |
| 14. Verschiedene Ausgaben | 14 237. 65 | 0,05 | |
| 15. Gemietete Kraft | 11 955. — | 0,04 | |
| Total | 1 413 495. 80 | 4,52 | |
| Einnahmen durch Kraftverkauf | 19 939. 30 | 0,06 | |
| Total netto | 1 393 556. 50 | 4,46 | 2 247. 67 |
| *Wagenverkehr.* | | | |
| 15a. Güterwagentransport | 276 064. 50 | 0,88 | |
| 16. Betriebsleitung | 170 999. 50 | 0,55 | |
| 17. Löhne der Kondukteure | 2 059 901. 65 | 6,64 | |
| 18. „ „ Wagenführer | 2 079 798. 35 | 6,70 | |
| 19. „ von andern Angestellten im Wagendienst | 155 928. 45 | 0,50 | |
| 20. „ der Angestellten der Wagenremisen (Werkstätte) | 381 271. 20 | 1,22 | |
| 21. Reinigung und Schmierung der Wagen | 188 616. 05 | 0,61 | |
| 22. Verschied. Ausgaben für Wagendienst | 142 253. 65 | 0,45 | |
| 22a. Zinsen des Wagenparks | 40 769. 40 | 0,13 | |
| 23. Reinigung und Sanden des Geleises | 45 710. 05 | 0,15 | |
| 24. Schnee- und Eis-Räumung | 143 725. 60 | 0,46 | |
| Total | 5 685 038. 40 | 18,29 | 9 169. 41 |
| *Allgemeines.* | | | |
| 25. Besoldung der Direktoren und Oberbeamten | 269 999. 45 | 0,86 | |
| 26. Besoldung der Direktionsbeamten | 143 997. 65 | 0,46 | |
| 27. Drucksachen, Schreibmaterialien | 43 310. 10 | 0,14 | |
| 28. Verschiedene Bureauausgaben | 37 349. 85 | 0,12 | |
| 29. Ausgaben für Magazin | 35 267. 65 | 0,11 | |
| 30. Reklame aller Art | 83 194. — | 0,27 | |
| 31. Verschiedene allg. Ausgaben | 209 343. 50 | 0,67 | |
| 32. Entschädigungen | 481 175. 75 | 1,70 (32–33) | |
| 33. Gerichtliche Ausgaben für Entschädigungen | 47 250. — | | |
| 34. Andere gerichtliche Auslagen | 77 664. 45 | 0,25 | |
| 35. Zinsen: Land und Gebäude | 20 935. 05 | 0,07 | |
| 36. Zinsen: Linie und Stationen | 4 500. — | 0,01 | |
| 37. Versicherung | 90 040. 25 | 0,29 | |
| 38. Steuern | 720 603. — | 2,32 | |
| Total | 2 264 630. 70 | 7,25 | 3 652. 58 |
| Total Betriebsausgaben | 11 851 816. 35 | 38,04 | 19 115. 83 |

= 59,5% der Totaleinnahmen.

(Wirth): Diese Buchungen sind nach einem staatlich vorgeschriebenen Schema ausgeführt. Nach unserer Auffassung müssten die Posten für Löhne der Angestellten der Reparaturwerkstätten und Remisen sowie für Wagenparkzinsen (1,22 und 0,13 Rappen per Wagenkilometer) unter den Ausgaben für Rollmaterial, anstatt für Zugsverkehr, eingerechnet werden. Wenn man zu den Unterhaltskosten der Kraftzentralen und des Rollmaterials von 4,58 Rappen per Wagenkilometer die vorgenannten zwei Posten addiert, und dagegen die Posten Nr. 4 und 5 für Unterhalt der Dampf- und der elektrischen Zentralen abzieht, so ergeben sich als reine Unterhalts- und Reparaturkosten des Wagenmaterials 5,71 Rappen per Wagenkilometer.

**4. Betriebseinnahmen.**

Auch hier lassen wir die Abschrift der aus der Buchhaltung der Gesellschaft erhaltenen Angaben folgen:

**Detroit United Railway Co. — Betriebsergebnisse im Jahre 1904.**

*Betriebs-Einnahmen.*

| | Total Fr. | per Wagenkm Rp. | per km Fr. |
|---|---|---|---|
| Vom Personenverkehr . . . . . . . . | 19 247 042. 85 | 61,75 | |
| Von vermieteten Wagen . . . . . . | 90 203. 60 | 0,29 | |
| Vom Gütertransport . . . . . . . . . | 556 114. 05 | 1,78 | |
| Von der U. S. A. Postverwaltung . . . | 22 405. -- | 0,07 | |
| Totale Betriebseinnahmen | 19 915 765. 50 | 63,89 | 32 122. 20 |
| „ Betriebsausgaben | 11 851 816. 35 | 38,04 | 19 115. 83 |
| Netto-Ertrag des eigentlichen Betriebes . | 8 063 949. 15 | 25,85 | 13 006. 37 |
| Andere Einnahmen: | | | |
| Von Reklamen . . . . . . . . . | 69 076. 10 | | |
| „ Land- und Gebäudemiete . . | 45 126. 25 | | |
| „ Verschiedenem . . . . . . | 9 427. 40 | | |
| Netto-Einnahmen aus allen Quellen . . . | 8 187 578. 90 | 26,26 | 13 205. 77 |

*Abzüge.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Zinse des Anlagekapitals . . . . . . . | 4 470 499. 25 | | |
| „ der schwebenden Schulden . . . | 166 358. 10 | | |
| Total | 4 636 857. 35 | 14,87 | |
| Bleibt Reingewinn aus allen Quellen vor Abschreibung und Erneuerung . . . | 3 550 721. 55 | 11,39 | 5 726. 97 |

Die eigentlichen Betriebsausgaben mit Fr. 11 851 816. 35 betragen somit 59,5 % der Bruttoeinnahmen aus dem eigentlichen Betrieb von Fr. 19 915 765. 50.

### D. Allgemeine Beurteilung.

Ohne auf den städtischen Strassenbahnbetrieb einzugehen, der zwar als ein sehr bedeutender viel Interessantes bietet, können wir bezüglich des Interurbanbetriebs sagen, dass der elektrische Betrieb sich auch hier für derartige sehr lange Interurbanlinien bewährt hat. Dabei leistet er, was Geschwindigkeiten anbelangt, alles was für Bahnbetrieb wünschenswert ist. Grosse Zugsgewichte kommen dagegen bei diesem Falle nicht vor.

Auch hier haben sich die getroffenen, sehr einfachen technischen Anordnungen für die starke Beanspruchung als durchaus genügend erwiesen, insbesondere die gewöhnliche Kontaktdrahtaufhängung mit einfachem Rollentrolley für die grossen Geschwindigkeiten, bei mässigen Reparaturkosten. Es haben sich ferner bei diesem, durch sehr harte Winter in ausserordentlichem Masse erschwerten Betriebe keine Mängel der elektr. Anordnungen gezeigt, welche zu öfteren Störungen dieses starken Verkehrs Veranlassung gaben.

Was wir bei Buffalo bezüglich der Verkehrshebung gegenüber den Dampfbahnen durch die gebotenen Bequemlichkeiten für das Publikum, und bezüglich des geschäftlichen Erfolges sagten, das gilt für die Linien der Detroit United Railway Co. ebenfalls.

## Detroit, Ypsilanti, Ann Arbor and Jackson Railway Co.

*Interurbanlinie. Gleichstrom Trolley.*

### A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Die Gesellschaft betreibt seit 1898 eine der bereits genannten, von Detroit ausgehenden Interurbanlinien. Sie führt mit ihrem Hauptast 121 km weit über die kleineren Städte Ypsilanti und Ann Arbor durch eine Farmengegend nach der Stadt Jackson; sie besorgt hauptsächlich Personenverkehr mit sehr vielen Zügen aus je einem schweren Wagen während über 20 Tagesstunden, daneben etwas Stückgüterverkehr. Die Wagen verkehren in der bereits beschriebenen Weise über die Strassenbahngeleise im Zentrum der Hauptstadt, über Land teils auf der Landstrasse, teils auf eigenem Bahnkörper, dort wie üblich mit bis 95 km/h.

Eine Dampfbahn geht dieser elektrischen Linie durchwegs parallel.

### B. Anordnung und Ausdehnung der Anlage.

#### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

*Spurweite:* Normal.

*Länge:* Ausser der Verkehrslänge von 9 km auf dem Geleise der städtischen Bahn bis Addison (mit Personal der letzteren und zu Gunsten derselben betrieben) beträgt die Länge bis Jackson noch weitere 112 km, auf welche 36 reguläre Haltstellen entfallen, die somit auf mittlere Distanz von za. $3^1/_2$ km liegen. Davon sind aber nach allgemein amerikanischem Brauche fast alle fakultativ.

*Steigungen* keine wesentlichen, mit Ausnahme kurzer Strecken, wie bei den bereits beschriebenen Interurbanlinien.

Die Linie ist *eingeleisig*, und folgt stellenweise auch noch allen unbegründeten Krümmungen der Landstrasse, mit relativ kleinen *Radien*.

*Unter- und Oberbau:* Ähnlich wie bei den Vorortlinien der Detroit United Railway Co. Ausserhalb der Stadt liegt das Geleise auf längeren Strecken auf einer Seite der Fahrbahn der Landstrasse (County road), weiter auf eigenem Bahnkörper, mit Vignolschienen auf Holzschwellen aus Yellow pine.

Ausrüstung der *Haltstellen, Streckensignale* u. s. w. ähnlich wie bei der Detroit United Railway Co. Strassen- und Bahnübergänge sind nicht ständig überwacht und haben meist keine Barrieren.

(Wirth): Das Fahrreglement sagt diesbezüglich: Bei *Strassenübergängen* (die mit voller Geschwindigkeit bis 95 km/h überfahren werden!) hat der Wagenführer bei unbedeutenderen Übergängen 50 m vorher Glockensignal zu geben, ebenso schon 100 m vorher bei Hauptübergängen. Bei *Bahnübergängen,* wenn solche keine der beschriebenen Entgleisungsvorrichtungen besitzen, muss der Wagen 10 m davor stillgestellt werden; erst nachdem der Kondukteur durch Vorausgehen sich vergewissert hat, dass die Haupt- (Dampf-) Bahn frei ist, darf weiter gefahren werden. Wo *zwischen Barrieren* über eine andere Bahn gefahren wird, wird nicht angehalten, wenn diese geschlossen sind; sind sie aber offen, so wird wie vorstehend verfahren.

*Stationen und Ausweichstellen* haben verriegelte oder Federweichen, die in der Regel auf das durchgehende Hauptgeleise gestellt sind; werden sie für die Kreuzung umgestellt, so müssen sie nach Durchfahrt wieder auf das Hauptgeleise gestellt werden. Diese Massregel erlaubt glattes und rasches Durchfahren, wenn weder Halt noch Kreuzung stattfindet. Die Bedienung der Weichen ist Sache des Kondukteurs. Über Weichen und Kurven wird die Geschwindigkeit reduziert.

## 2. Elektrische Einrichtungen.

Das *Betriebssystem im allgemeinen* ist dasjenige des Gleichstroms von 500—600 V Spannung mit gewöhnlichem Oberleitungskontaktdraht und Rollenstromabnehmer. Der Gleichstrom wird durch Umformung von 21000 V Drehstrom mit 27—29 Perioden aus einer Kraftstation mit Dampfbetrieb gewonnen.

*Leitungen. — Kontaktleitung.* Es sind durchgehends pro Geleise zwei Kontaktdrähte nebeneinander, unter möglichster Vermeidung besonderer Speisedrähte angebracht; bei den Ausweichgeleisen laufen die beiden einzeln auseinander. Sie sind mit den gewöhnlichen kleinen Hängeisolatoren elastisch befestigt an horizontal, unter einem Auslegerarm gespannten Stahldrähten, wie Skizze 5, Tafel 9 zeigt. Die Ausleger aus Eisenrohr, an Holzstangen mittels sie umfassender Schelle und schiefem Aufhängestahldraht befestigt. Die Stangen aus nicht imprägniertem Cedernholz, 11 m lang und im allgemeinen auf 100' bis 110' d. h. 30—33 m Distanz gestellt. Isolation nur „einfach".

Für die Kontaktleitungen ist offenbar schon beim regulären Betrieb ein, gegenüber unsern Gewohnheiten ungewöhnlich hoher Spannungsverlust zugelassen, da wir bei Befahrung zu einer Zeit ganz ausserordentlichen Verkehrsandranges (mit 23 statt normal 14 Zügen gleichzeitig im Betrieb) die Spannung oft lange Zeit auf die Sichtbarkeitsgrenze der Glühlampen, also auf etwa 50 % der normalen zurückgehen sahen. Derartig starke Beanspruchung der Leitungen für aussergewöhnliche Fälle beobachteten wir wiederholt bei elektrischen Bahnen Amerikas.

*Hochspannungsspeiseleitungen,* Freileitungen auf Holzgestänge, gehen drei von der Kraftstation aus, für je drei, zwei und eine Umformerstation.

*Umformerstationen* sind mit Einschluss eines, direkt Gleichstom erzeugenden Teils der Kraftzentralen 7 über die 112 km Strecke verteilt, also auf mittlere Entfernung von etwa 16 km. Sie haben keine Akkumulatoren. Die Umformermaschinen sind einankerige.

*Kraftstation.* Dieselbe steht in Ypsilanti, wo auch Werkstätten und Zentralbureau der Bahn sich befinden, 40 km vom Stadtende der Linie, d. h. ungefähr am Ende des innern, mit etwa doppelter Zugszahl belasteten Drittels der Linie, offenbar ungefähr im Schwerpunkt der Belastung. Die Station ist, entsprechend der Erstellungsepoche (1897), älterer Anordnung, ohne die heute bei uns üblichen Sicherheiten gegen Hochspannungsstörungen und Feuerschaden.

Dampfbetrieb, mit Kesselanlage drüben üblicher Konstruktion. 8 vertikale, schnellaufende Westinghouse-Dampfmaschinen von je 400 PS, bei 250 U/M*) direkt gekuppelt mit 250 KW-Drehstromgeneratoren Westinghouse mit rotierenden Ankern für 29 Perioden bei 390 Volt. Zwei Erreger, von besonderen Dampfmaschinen einzeln angetrieben, davon der eine in Reserve.

3 der Generatoren liefern neben Drehstrom gleichzeitig aus Kollektoren Gleichstrom von za. 600 V direkt in den Fahrdraht. Die übrige Energie wird durch 4 Transformatoren von je 500 KW (mit natürlicher Ölkühlung) auf 21,000 V in der Spannung erhöht.

Zum Schutze der Transformatoren gegen Überspannungen beim Schalten, namentlich der langen Freileitungen, sind die bekannten „statischen Unterbrecher" der Westinghouse Co. (mit Drosselspule und Kondensator in gemeinsamem Eisenkasten in Öl) den Transformatoren vorgeschaltet. Als Sicherung und zugleich Schalter der drei abgehenden Hochspannungslinien dient die aus Publikationen bekannte Konstruktion derselben Firma, bei welcher der Lichtbogen an einem in freier Luft befindlichen Schmelzfaden durch mechanische Entfernung seiner Befestigungspunkte, von denen der eine an drehbarem Holzstabe befestigt ist, gelöscht wird. Die Entfernung beträgt hier, bei 21,000 V, za. 1 m 20. Diese einfache und billige Konstruktion soll keine Nachteile gezeigt haben.

Dampfmaschinen, Generatoren, Transformatoren und Hochspannungsschaltanlage befinden sich sämtlich in demselben Raume.

### 3. Rollmaterial.

Es sind vorhanden: 23 Motorwagen für Personentransport, 4 Güterwagen, 1 Konstruktionswagen, sowie verschiedene Schneepflüge und andere Wagen für den Unterhalt.

Von den *Personenwagen* sind 15 für Verwendung auf den kürzeren Distanzen der inneren Strecken etwas leichter, aber im übrigen ähnlich eingerichtet wie die 8 besonders für den durchgehenden Fernverkehr verwendeten. (Siehe Bild 72, Wagen in Fahrt.) Die Wagen haben 4 Achsen an zwei Drehgestellen, Dimensionen ähnlich wie bei früher beschriebenen. Wir konstatierten sehr gute Federung, das Fahren in dieser Beziehung so angenehm wie in den *besten* europäischen Normalbahnwagen. Diese Wahrnehmung machten wir überhaupt fast ausnahmslos bei diesen Interurbanlinien. Vollständig geschlossener Wagenkasten; mit Rücksicht auf grosse Geschwindigkeit das Wagendach für geringen Luftwiderstand abgewalmt. Nur *ein* (abgeschlossener) Führerstand. Links auf der

*) Das Zeichen U/M wollen wir für „Umdrehungen pro Minute" anwenden.

ebenfalls ganz abgeschlossenen hinteren Plattform findet sich ein Abtritt mit Toilette; einige neuere Wagen haben deren zwei. Hauptraum für Passagiere 12,5 m lang, enthaltend 55 Sitzplätze auf Quer-Doppelsitzen mit für Vorwärtssitzen umlegbarer Lehne und Mittelgang; im Sommer ein Eiswasserbehälter. Diese ganze innere, wie die äussere Ausrüstung wieder völlig entsprechend derjenigen der amerikanischen Vollbahnen mit Dampfbetrieb. Einige Wagen haben Raucherabteil mit 10 Sitzen und Nichtraucherabteil mit 38 Sitzen.

(Wirth): Masse der Wagen „über Alles“: Länge 18,8 m (kleinere für innere Linien za. 16 m), Breite 2,74 m, Gewicht leer 28,4 t.

Die *elektrische Ausrüstung* besteht aus: 4 Gleichstromserienmotoren zu 65 HP normal, Type „Westinghouse 76“, mit direkter Zahnradübersetzung auf die 4 Achsen, für Geschwindigkeiten bis zu 95 km/h. Zahnkolben aus Stahl aus dem vollen geschnitten, grosse Zahnräder aus Stahlguss.

Steuerung durch den „Standard Westinghouse Controller Type L“ den wir beschrieben. *Keine* Zentralsteuerungsvorrichtungen und keine elektrische Bremsung. 1 gewöhnlicher Rollenstromabnehmer (Trolley Westinghouse) pro Wagen.

*Griffinräder* sind noch im Gebrauch bei den Lokalwagen, bewährten sich aber nicht (Entgleisungen wegen Brüchen an Spurkranz und Laufflächen) und werden nach und nach abgeschafft. Die Räder der rasch fahrenden Interurbanwagen haben Stahlbandagen.

(Wirth): *Bremsen:* Die bekannte Westinghouse „straight air brake“ für normalen Gebrauch; daneben Handbremsen. *Sandstreuer* durch Handhebel betätigt. *Luftkompressor* von den Wagenachsen aus angetrieben.

(Wirth): *Heizung* nur bei 6 Wagen elektrisch: wird, „weil zu teuer“, umgeändert in Warmwasserheizung, welche die übrigen Wagen schon besitzen, mit Kohle-Ofen auf der vordern Plattform, vom Führer bedient.

(Wirth): *Wagensignale*: Glocke, Aufschriften, Scheiben; nachts Stirnlampe mit kräftigem Glühlicht. Fahrplanmässige Wagen haben vorn weisses, hinten rotes Licht, Extrawagen vorn neben dem weissen noch zwei rote Lichter.

*Fender* wie überall in Amerika üblich und bei „Detroit United“ beschrieben.

### 4. Anlagekosten.

Umfassende Angaben erhielten wir hierüber nicht.

Einige Details: Die hölzernen *Schwellen* aus yellow pine kosten auf den Platz geliefert per Stück Fr. 3.40 (ein Drittel mehr als in Buffalo). Die (nicht imprägnierten) Zederholzstangen von 11 m Länge kosten in erster Qualität per Stück Fr. 28.—; geringere Qualitäten gehen im Preis bis auf Fr. 18.— hinunter.

## C. Betrieb.

### 1. Verkehr.

*Fahrplan.* Es verkehren von 5.45 morgens bis 1.15 nachts, also während etwa 20 effektiven Betriebsstunden im Tage: auf den innern Strecken (bis auf gegen 30 km vom Zentrum der Hauptstadt) täglich 42 bis 46 Züge in jeder Richtung (nämlich teils alle ½, teils alle ¼ Stunden), bis Ann Arbor (d. h. auf ca. 63 km) täglich 30 (teils alle Stunden, teils alle ½ Stunden), und bis zum Endpunkt Jackson (auf 121 km) täglich 18 Züge in jeder Richtung (im allgemeinen jede Stunde einer). Dabei sind die Abfahrzeiten an den Endstationen immer diejenigen des Stundenschlags oder Viertelschlags, so dass der Fahrplan leicht zu merken ist,

eine Anordnung, die wir auch anderwärts trafen. Nach dem zur Zeit des Besuchs herrschenden Fahrplan wurden *täglich* rund 6100 Zugskilometer bezw. Wagenkilometer geleistet.

Im allgemeinen sind zu den Hauptzeiten 14 fahrplanmässige Züge gleichzeitig unterwegs; bei starkem Andrange kommen Extrazüge hinzu, sodass bis zu 23 gleichzeitig kursieren, was wir gerade bei unserem Besuche zur Zeit der „States fair“ feststellen konnten.

Sämtliche Züge haben in Detroit selbst und den andern bedienten Städten an etwa 20 Stellen zur Aufnahme und Abgabe von Fahrgästen, sowie beim Passieren von Übergängen anzuhalten; doch, wie bemerkt, meist fakultativ; dazu kommen obligatorische Halte. Die Mehrzahl der Züge sind sogenannte *„Lokalzüge“*, die auf der, ausserhalb der Stadt gelegenen Interurbanstrecke (112 km zwischen Addison und Jackson) an 35 Haltestellen obligatorisch und ausserdem an genannten fakultativen Haltestellen anhalten. Dabei legen sie diese Strecke samt allen Halten in 3¼ Stunden zurück, sodass ihre kommerzielle *Geschwindigkeit* trotzdem 34,5 km/h beträgt. Eine Anzahl dieser Züge sind dagegen durchgehende Schnellzüge, sogenannte „Special“ oder „Limited trains“. Acht derselben durchfahren die ganze Strecke und halten ausser an den Endstationen an vier Zwischenstationen, sodass ihre Stationsentfernung za. 22½ km beträgt, abgesehen von einer Anzahl fakultativer Halte in Detroit und bei Übergängen. Diese Züge machen die Strecke in 2½ Stunden, also mit kommerzieller Geschwindigkeit von 45 km/h. Hiezu wird auf den Überlandstrecken regelmässig und längere Zeit mit der Maximalgeschwindigkeit von 95 km/h gefahren. Durch die Städte ist eine Maximalgeschwindigkeit von 18 km/h, über einige Brücken nur 10 km/h gestattet; das erstere scheint nicht sehr genau eingehalten zu werden.

*Zugsbildung.* Die Züge bestehen immer nur aus einem Motorwagen. Diese, mit 55 Sitzplätzen versehenen Wagen nehmen auch hier wieder bei Andrang regelmässig bis 100 und gelegentlich noch mehr Personen auf, wovon wir uns in Detroit wiederholt überzeugen konnten. Das Zugsgewicht von normal 36 t kann so auf gegen 40 t kommen.

Parallel zu dieser Bahn bezw. zwischen denselben Orten laufen mehrere Dampf-Normalbahnen. In Betracht kommt namentlich eine als Lokalbahn betriebene zwischen Detroit und Ann Arbor, welch' letzterer Ort auf der elektrischen Bahn 54 km von der Stadtgrenze und 63 km vom Zentrum von Detroit liegt. Die Dampfbahn braucht von ihrem exzentrisch gelegenen Bahnhof in Detroit mit den Expresszügen 40 Minuten, die elektrische von der Stadtgrenze aus 75, vom Stadtzentrum aus 105 Minuten; die erstere hält nur an den beidseitigen Bahnhöfen, die letztere wechselt Fahrgäste an einer grossen Zahl Haltestellen innerhalb beider Städte und durchläuft das nach amerikanischer Art sehr konzentrierte Geschäftsviertel der Hauptstadt. Nach Mitteilungen von verschiedenen Seiten hat zufolge dieser Bequemlichkeiten die elektrische Bahn jener Dampfbahn den grösseren Teil des Passagierverkehrs weggenommen.

### 2. Arbeitsbedarf, Effekte und Wirkungsgrade.

Keine näheren Angaben erhältlich.

### 3. Unterhalt, Reparaturen und Betriebsausgaben im allgemeinen.

Wir erfuhren bezüglich der elektrischen und der damit zusammenhängenden Teile folgendes:

Die *Kontaktleitung* ergebe trotz grosser Geschwindigkeiten nur wenig Reparaturen.

*Wagenausrüstung.* Vom *Übersetzungsgetriebe an den Wagen* müssen die Zahnkolben durchschnittlich nach 80,000 bis 120,000, die grossen Zahnräder durchschnittlich nach 160,000 km Fahrt ausgewechselt werden. *Griffinräder* an den Wagen für Stadtverkehr sind für 64,000 km Fahrt garantiert, halten diese aber im allgemeinen nicht aus; es kommen viel Brüche an Laufflächen und Spurkränzen vor. Diese Räder sollen beseitigt werden.

An den *Motoren* halten die *Ankerwicklungen* durchschnittlich $3^1/_2$ Jahre bis zur Ersetzung; die *Magnetwicklungen* haben bisher doppelt so lange gedauert. Die Kollektoren halten sich ausserordentlich gut; es sind noch einige der ersten, vor acht Jahren gelieferten im Betrieb, meist jedoch je der zweite, so dass ihre Lebensdauer durchschnittlich auf mindestens fünf Jahre geschätzt wird. Diese Abnützungen müssen mit Rücksicht auf die nach unserem Masstab ausserordentlich starke Inanspruchnahme des Rollmaterials beurteilt werden, die hier vorkommt: Nach den Mitteilungen der Bahnverwaltung fahren die in Betrieb genommenen Wagen durchschnittlich täglich etwa 320 km. (Aus dem Fahrplan ergeben sich täglich rund 6,100 Wagenkilometer, was auf die 14 gleichzeitig im Betrieb befindlichen Wagen je 435, auf die total vorhandenen 23 Wagen gerechnet je 265 per Tag ergäbe.) Es betrüge sonach die Lebensdauer der Kollektoren 500,000 — 800,000, der Ankerwicklungen 300,000 — 500,000 und der Magnetwicklungen 600,000 — 1,000,000 km Wagenlauf. Wir haben uns übrigens nicht nur hier, sondern auch bei manchen andern Bahnen überzeugt, dass die amerikanischen elektrischen Wagenausrüstungen sehr dauerhaft und für ganz erhebliche Strapazierung gebaut sind.

Das *Zugspersonal* besteht jeweilen aus einem Führer und einem Kondukteur.

*Stationspersonal* ist, wie bei bereits beschriebenen Interurbanlinien, im allgemeinen keines vorhanden; die Kondukteure besorgen Weichen, Signale, telephonischen Verkehr mit der allgemeinen Leitung von den Stationen aus, sowie die Einkassierung der Fahrgelder.

*Der Train dispatcher.* Bei dieser Bahn hatten wir Gelegenheit, den Dienst dieses zentralen Zugsbewegungsleiters während längerer Zeit, und zwar in einer Stunde ungewöhnlich starken Andranges, mit Extrazügen und starken Verspätungen, zu beobachten, sowie die gewünschten Erklärungen zu erhalten.

Dem „Dispatcher“ ist die ganze Zugsbewegung unterstellt. Er ist in Ypsilanti, ungefähr im Schwerpunkt des Verkehrs, im Parterre des Gebäudes der Bahnverwaltung an der Linie selbst untergebracht. Er verrichtet seine Arbeit am Tische sitzend, vor sich den Dienstfahrplan und ein grosses Formular, in welchem er fortlaufend die wirklichen An- und Abfahrtszeiten der Züge an allen Stationen, für jeden Zug die Wagennummer, Kondukteur und Wagenführer, sowie einige andere Angaben einträgt. Der Telephonapparat, der ihn mit allen 36 Stationen und Ausweichstellen verbindet, hängt in bequemer Lage vor ihm. Der Mann hat acht Stunden Dienst bis zur Ablösung; in Notfällen ersetzt ihn ein Beamter des anstossenden Zentralbureaus. Sein Essen hat er während des (ununterbrochenen) Dienstes einzunehmen. Für diese ganze Bahnunternehmung, die mit Inbegriff der Abzweigung Ann Arbor-Saline rund 140 km Streckenlänge hat, und bei welcher täglich 100 Personen- und 10 Frachtzüge laufen, sowie bis 25 Züge gleichzeitig in Bewegung sind, ist nur dieser *eine* Dispatcher im Dienst. Sein Verfahren und seine Vorschriften sind folgende:

(Wirth): Der Dispatcher ist durch Läutewerk gleichzeitig und immer mit allen Stationen und Ausweichstellen verbunden. Die Rufsignale des Dispatchers werden gleichzeitig auf allen Stationen gehört, jedoch besteht für jede Station ein besonderes Zeichen. Wird er von einer Station aus angeläutet, so nimmt er den Telephonhörer ans Ohr, ist dadurch mit dem Sprechapparat der anläutenden Station verbunden und schaltet gleichzeitig das Telephon für die andern Stationen aus, welche ihn gleichwohl anläuten können.

Von den Endstationen aus wird die Abfahrtszeit eines jeden Zuges dem Dispatcher gemeldet; unterwegs an den Haltestellen müssen Kondukteur oder Wagenführer diese Anmeldung selber besorgen. Der Dispatcher hat auf dem erwähnten Formular einzutragen: Die Zugsnummer, die Namen des Kondukteurs und des Wagenführers, nachher die Abfahrtszeit von der Endstation und die Abfahrtszeiten von den andern Stationen, sodass er den Gang der Züge fortwährend vor Augen hat. Auf dem ihm vorliegenden Dienstfahrplan sind die Kreuzungszeiten und Kreuzungsorte mit Fettdruck angegeben.

Wird nun z. B. ein Extrazug eingeschaltet, so kann der Dispatcher an Hand des Dienstfahrplans und des laufenden Fahrplans dem Zugspersonal die Kreuzungspunkte angeben. Ist der Extrazug auf einem Kreuzungspunkt angekommen, so hat der Wagenführer von diesem Punkte aus den Befehl des Dispatchers für die nächste Kreuzung zu verlangen. Dieser Befehl wird vom Wagenführer sofort dem Kondukteur mitgeteilt, nachdem er ihn dem Dispatcher wiederholt und dieser konstatiert hat, dass er verstanden worden ist, was er mittelst eines vereinbarten Wortlautes kundgibt.

Hat ein regelmässiger Zug infolge häufiger Halte oder irgend eines Zufalles eine Verspätung von mehr als drei Minuten erhalten, so muss der Wagenführer von der nächsten Telephonstation aus diese Verspätung dem Dispatcher anzeigen, welcher, wenn nötig, eine Kreuzungsverlegung anordnet.

Ist auf einer Kreuzung der entgegenkommende Zug nicht in Sicht, so hat der Wagenführer die Befehle des Dispatchers sofort telephonisch einzuholen.

Spezial- und Extrazüge sollen nicht ohne Befehl des Dispatchers auf der Hauptstrecke sein; versagt aber die Telephonverbindung, so können diese Züge unter dem Schutze vorgeschriebener Signale befördert werden.

Der Wagenführer hat sich dem Dispatcher jedesmal anzumelden, wenn er einen Dienst antritt; unterwegs muss er, auch wenn nach Fahrplan gefahren wird, an verschiedenen Telephonstationen regelmässig nach Befehl fragen, von Detroit bis Jackson z. B. viermal.

Ist die telephonische Verbindung unterbrochen, so müssen die Wagen nach dem Dienstfahrplan fahren und der Wagenführer soll fortwährend die unterwegs begegneten Telephonapparate probieren, bis er mit dem Dispatcher Verbindung erhält.

Wagenführer und Kondukteur haben betreffend den Wagenverkehr auf der Strecke, d. h. betreffend die strikte Befolgung der Befehle des Dispatchers, die gleiche Verantwortlichkeit.

Dieses System für die Leitung der Zugsbewegungen hat den Vorteil der Personalersparnis auf den Stationen und Kreuzungen, da die Zugsbewegungen durch die direkten Befehle des Dispatchers an das Zugspersonal angeordnet werden. Ferner wird der Dispatcher, da er fortwährend über die Zugsbewegungen genau orientiert ist, immer die günstigste Kreuzungsverlegung auswählen können, sodass eine Verspätung sich nicht auf den ganzen Zugsverkehr überträgt.

Das System hat dagegen den Nachteil, dass die ganze Zugsbewegung von einem einzigen Manne abhängt, d. h. dass nur eine einfache Sicherheit vorhanden ist. Der Dispatcher muss unbedingt sehr zuverlässig sein, sonst wird die Sache gefährlich, da ein Irrtum sehr leicht zu Zugsbegegnungen führen kann. „Trotzdem haben in Amerika, wo dieses System allgemein verbreitet ist, die Erfahrungen gezeigt, dass die Gefahr nicht sehr gross ist, und deshalb wäre ich nicht abgeneigt, das System für kleine Nebenbahnen mit wenig Kreuzungspunkten als zulässig zu erklären." (Wirth.)

Jedenfalls konnten wir uns von der Einfachheit dieser Art Befehlsgebung, in der gewiss auch ein wesentlicher Grund zur Zuverlässigkeit liegt, und von der kaltblütigen Tüchtigkeit der damit betrauten Beamten mehrfach überzeugen.

## 4. Betriebseinnahmen.

Die Unternehmung soll sehr gut gedeihen; sonst konnten wir keine Angaben erhalten.

## D. Allgemeine Beurteilung.

Auch diese Bahn zeigt, dass die angewandte Betriebsart in dieser einfachsten Ausführung für bedeutenden Personenverkehr und leichten Güterverkehr auf erhebliche Distanzen und mit grössten Geschwindigkeiten genügen kann. Der grosse Verkehr wird dabei mit leichten Zügen, aber grosser Zugsfrequenz bewältigt, im allgemeinen mit Zugsdistanzen von $^1/_4$ Stunde, bei grossem Andrang mit noch mehr Zügen. Zu den Stunden unseres Besuches z. B. waren, wie bemerkt, 23 Wagen gleichzeitig in Fahrt, sämtliche bedeutend überfüllt. Dies ergibt anstatt vier fahrplanmässigen, mindestens sechs Züge per Stunde nach jeder Richtung, oder bei der üblichen Füllung der Wagen mit bis 100 Personen eine Beförderung von bis 600 Personen per Stunde nach jeder Richtung. Hierbei zeigte sich allerdings eine Überanstrengung aller Einrichtungen, die nach europäischen Anschauungen kaum als zulässig erachtet würde; wie erwähnt sank die Spannung im Wagen wohl auf die Hälfte der normalen, und es kamen Verspätungen bis zu $^3/_4$ Stunden für diese 120 km lange Bahn vor. Alle Anlagen sind, wie in Amerika offenbar allgemein gebräuchlich, mehr für den mittleren, als für den maximalen Verkehr bemessen.

Diese Bahn hat aber trotz dieser knappen und äusserst einfachen Anlage die Verkehrsverhältnisse gegenüber der parallel verlaufenden Dampfbahn wesentlich verbessert. Die starke Vermehrung der Fahrgelegenheit und die Sammlung und Absetzung von Fahrgästen an allen Stellen der Stadt, wodurch der weite Gang oder die besondere Fahrt nach dem Dampfbahnhofe erspart wird, hat nach allseitigem Urteil den Verkehr nicht nur von der Dampfbahn auf die elektrische gelenkt, sondern auch allgemein gehoben.

Störungen durch elektrische Einrichtungen oder im Zusammenhang damit sollen sehr wenige vorkommen.

Speziell hat sich nach übereinstimmender Ansicht derjenigen, die damit zu tun haben, wiederum die gewöhnliche elastische Fahrdrahtaufhängung und die Stromabnahme mit gewöhnlichem Rollen-Trolley bei den Geschwindigkeiten von bis 95 km/h in den acht Betriebsjahren bewährt, und soll zu keinen nennenswerten Störungen Anlass und nicht die geringsten Schwierigkeiten geboten haben.

Der Präsident der Gesellschaft erklärte uns, er ziehe nach jahrelanger Erfahrung auch für solchen ziemlich starken und raschen Verkehr die gewöhnliche Oberleitung mit Trolley der dritten Schiene unbedingt vor; er habe an elektrischen Bahnen mit dritter Schiene die Erfahrung gemacht, dass sie in *dieser* geographischen Breite und in diesem sehr ungünstigen Klima mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen hatten, von denen die Oberleitungsbahnen nichts verspürten.

Von öfteren Störungen durch atmosphärische Elektrizität will man am Ort ebenfalls nichts wissen, ebenso wenig von Telephonstörungen. Die Bahn selbst und speziell der „Train dispatcher“ benützen übrigens als Dienstkommunikationsmittel das Telephon, dessen Schleifenleitung durchwegs am Starkstromgestänge geführt ist.

# Detroit, Monroe and Toledo Short Line Railway.

*Interurbanlinie. Gleichstrom Trolley.*

## A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Diese Bahn hat ganz ähnliche allgemeine Verhältnisse wie die zuletzt beschriebene; sie ist ebenfalls eine der von Detroit ausgehenden langen Interurbanlinien mit frequentem, gemischtem Stadt- und Überlandverkehr für Personen und Stückgüter, mit grossen Geschwindigkeiten. Das Westufer des Erie-Sees verfolgend, reicht sie 90 km weit bis zur Stadt Toledo, die selbst wieder ein Zentrum strahlenförmig von ihr auslaufender Interurbanlinien ist. Die Bahn berührt nebst mehreren anderen unterwegs das Städtchen Monroe mit der Kraftzentralen. Nicht weniger als 4 Dampfbahnen laufen mit ihr zwischen denselben Endpunkten parallel. Sie ist erst seit 2 Jahren in Betrieb; die eigentliche Bahnanlage und teilweise auch das Rollmaterial gehen in ihrer Ausführung etwas weiter als bei der zuletzt beschriebenen Bahn.

## B. Bauliche Anordnung und Ausdehnung der Anlage.

### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

*Spurweite:* Normal.

*Betriebslänge* der einzigen Linie Detroit-Toledo, mit Inbegriff der 10 km langen, der „Detroit United" gehörenden Betriebsstrecke auf Stadtgebiet: 90 km. Die Bahn ist meist zweigeleisig, zum Unterschied von der Mehrzahl der Interurbanlinien dieser Art.

12 obligatorische *Haupthaltestellen* bis Toledo; durchschnittliche Entfernung dieser festen Stationen daher za. 7,5 km. Dazu kommt wieder eine wesentlich grössere Zahl *fakultativer* Halte, einerseits in Detroit und den andern durchfahrenen Städten und anderseits vor Bahn- und Wegübergängen.

*Steigungen* keine wesentlichen; die Niveaudifferenzen des Terrains sind ersichtlich besser ausgeglichen als bei den bisher besichtigten Bahnen. Ebenso keine kleinen Radien. Viele sehr lange gerade Strecken.

Der *Unterbau* ist augenscheinlich wesentlich besser als bei allen bisher beschriebenen Interurbanlinien, die meist älter waren — ein Zeichen, dass man auch in Amerika für diesen Teil der Anlage zu den bei uns üblichen, solideren Prinzipien übergeht. Die Landstrasse ist ausserhalb der Stadt wenig benützt: fast überall eigener Bahnkörper, um gerade und ebene Strecken zu erzielen. Vielfach sind lange Dämme über Sumpfland vorhanden; z. T. sind solche Strecken auch auf Holzviadukten überfahren, bei welchen jetzt erst sukzessive die Dammanschüttung angebracht wird. An solchen Stellen ist gelegentlich auch das zweite Geleise erst im Bau. Auffallend gegenüber der bisher konstatierten spärlichen und minderwertigen Schotterung, sahen wir hier reichlichen und schönen Schlagkiesschotter bis auf Schwellenoberkante, auch besonders schöne Geleiselage.

Der *Oberbau* ist der übliche, mit Vignolschienen von 34,5 kg/m („70 feet p. yard, Standard section of the American Society of Electrical Railways") und

Holzschwellen aus (nicht imprägniertem) Zedernholz, das sich sehr gut bewähren soll. *Laschen* wie bei uns üblich, gewöhnliche gerade Doppellaschen mit 4 Bolzen, bei versetzten Stössen.

An *Signaleinrichtungen* wieder lediglich *Weichensignale* (Scheiben, Laternen), vom Zugspersonal (Kondukteur) bedient.

*Stationsgebäude* nur bei einigen Hauptstationen, mit den Umformeranlagen verbunden. Es sind einstöckige Bauten, die ausser dem rückwärtigen Raum des Umformerwerks einen kleinen Warteraum auf der einen und einen Güterraum auf der andern Seite enthalten, dazwischen das Bureau des Beamten mit grossem „bay window" (erkerartigem Fenster mit Ausblick längs der Linie). Siehe Skizze auf Tafel 4.

An einigen Haltestellen *Schirmhäuschen* einfachster Art aus Holz, mit Bretterperron, Vorderseite offen, wie eine Skizze auf derselben Tafel andeutet.

## 2. Elektrische Einrichtungen.

*Allgemeine Disposition:* Betrieb mit 500 600 V Gleichstrom und Oberleitung; Energie-Erzeugung mittels Dampfmaschinen als Drehstrom von 16000 V mit 25 Perioden und Umwandlung in Umformerwerken.

*Elektr. Leitungen:* Hochspannungs-Drehstromleitungen, Gleichstromspeiseleitung und Kontaktleitung sowie Diensttelephonleitung auf gemeinsamem hölzernem Gestänge; Skizzen 3 und 4 auf Tafel 9 geben Stangenbilder für zweigeleisige und eingeleisige Strecken mit 1 bezw. 3 dreidrähtigen Hochspannungsleitungen nach Umformerwerken. Diese Gestängekonstruktionen können für solche Überlandbahnen als typisch gelten; wir fanden sie ähnlich bei den meisten derselben. Die Hochspannungsdrähte sind, symmetrisch im Dreieck, zu oberst auf Holztraversen montiert, die mit leichten Flacheisen gestützt sind. Die Telephondrähte teils auf ebensolchen Traversen, unterhalb der Hochspannung und über den Fahrdrähten, teils auf den, seitlich schief an die Stange genagelten, früher beschriebenen amerikan. Holzbolzen. Fahrdraht an leichten Rohrauslegern, die wieder in einfachster Weise durch schief aufwärtsgehende Stahldrähte getragen. Soweit Gleichstromspeisekabel nötig, sitzen deren Isolatoren (aus Glas) auf den Rohrauslegern. Hochspannungsisolatoren aus Steingut, die des Diensttelephons (wie fast überall) aus grünem Glas. In den Telephonschleifenleitungen sind sehr sorgfältig 5 mal per Meile die Drähte gekreuzt. Die Fahrdrahtisolatoren gewöhnlichster kleiner Art an kurzen, horizontalen Spanndrahtstücken elastisch am Auslegerarm aufgehängt; Fahrdraht so mit „einfacher" Isolierung, nur je einer pro Geleise.

Bei dieser Linie (sonst nirgends) haben wir den bei uns längst verlassenen „Blitzschutz" durch einen auf der Spitze der Stangen montierten, geerdeten Stacheldraht gefunden.

Die Stangen sind hier aus „Michigan Ceder" und, wie überall üblich, in der Geraden auf za. 30 m (100') Distanz.

*Umformerstationen.* Jede derselben hat vom Kraftwerk aus eine besondere Hochspannungszuleitung. Wir kommen auf diese Anordnung später noch zu sprechen. 4 Unterstationen auf 90 km Bahnlange, somit durchschnittliche Entfernung derselben 22,5 km. Die Umformer-Anlagen sind in den Gebäuden einiger grösserer Stationen untergebracht, und werden von deren „Agent" besorgt, dem einzigen Manne der Station, der zugleich Frachtgutexpediteur und Einnehmer ist. Aus bereits erwähnter Skizze auf Tafel 4 ist die Einteilung

eines solchen Gebäudes ersichtlich. Transformatoren und Umformer stehen nebeneinander in einem Parterrelokal, die Hochspannungsschaltanlagen über den Transformatoren auf einer Galerie. Es sind Einanker-Umformer mit Drehstrom-Gleichstromanker von je 300 KW Gleichstromleistung verwendet. Die Stationen enthalten deren je 2, wovon 1 gewöhnlich in Reserve steht; zu jedem gehört ein besonderer Transformator mit natürlicher Ölkühlung. Das Anlassen der Umformer geschieht mit kleinen, direkt gekuppelten Asynchronmotoren mit kleinen Anlasstransformatoren.

*Kraftwerk.* Dieses befindet sich an der Linie in Monroe, 34 km vom städtischen und 56 km vom äusseren Ende entfernt, wohl nicht weit vom Schwerpunkt der Stromentnahme. Das Kesselhaus ist für mechanische Feuerung eingerichtet; Kohlenzufuhr mittels elektrischer Lokomotive auf eigenem Geleise. 4 Dampfdynamos von 600 HP, horizontale 2-zylindrige Hamilton-Corliss Dampfmaschinen mit 160 U/M direkt gekuppelt mit Westinghouse-Drehstromgeneratoren für 300 V bei 25 Perioden. Zu jedem Generator zugeteilt ein Transformator für 300 KW Dauerleistung und Überlastung auf 400 KW, die Spannung auf 16000 V erhöhend. Gesamtleistung des Werks 1200 KW normal. Zur Erregung wird ein 50 HP-Drehstrommotor-Gleichstromgenerator verwendet; beim Anlassen am Morgen liefert die erste Erregung ein gleich grosser, direkt durch eine Dampfmaschine angetriebener Erreger, der sonst in Reserve steht, gleich wie ein älterer solcher mit schnellaufender Dampfmaschine.

Die *Schaltanlage* ist an der Wand des Maschinensaals selbst, mit offenen, blanken Schaltern für Niederspannungsdrehstrom und den Gleichstrom der Umformeranlage; die Hochspannungs-Schaltanlage, sehr einfach gehalten, auf einem Balkon darüber. Schaltanlage und Leitungsführung etwas eng und weniger moderne Ausführung zeigend, obwohl neueren Datums.

### 3. Rollmaterial.

Der Rollmaterialpark besteht aus 25 Personenmotorwagen, 2 Expressgut-Motorwagen, einer Lokomotive von 200 HP und 12 Kohlentransportwagen ohne weitere Ausrüstung.

Die *Motorwagen* sind ähnlich wie diejenigen der Detroit-Ann Arbor und Jackson Bahn, jedoch etwas grösser und schwerer: 2 Drehgestelle, schwere Wagenkasten mit abgewalmtem Dach, nur vorn ein Führerstand, dieser und die hintere Plattform völlig abgeschlossen. Die innere Einrichtung der Personenwagen ebenfalls ganz analog wie bei Detroit-Jackson beschrieben. 55 Sitzplätze, verteilt auf Raucher- und (grösseres) Nichtraucherabteil; einzelne Wagen auch mit etwas weniger Sitzplätzen und dafür Gepäckabteil mit Klappbänken; jeder Wagen hat Abtritt und Eiswasserstand. Die Sitzbreite für 2 Passagiere ist 80 cm, ähnlich wie bei den Dampfvollbahnen.

Länge dieser Wagen „über alles“ 15 m 75, Breite 2 m 76 (grösste von uns bei derartigen Bahnen gefundene Breite). Sie ist derart, dass auf den mehrgeleisigen Stadtbahnlinien diese Wagen bis auf 2" e. (50 mm) aneinanderkommen. (Es wird bei den städtischen Doppelgeleisen in Nordamerika überhaupt nirgends auf einen solchen Abstand gesehen, dass eine Person sich zur Not zwischen zwei Wagen befinden könnte.)

Gewicht der Wagen: Leer 34 t, mit voll besetzten Sitzplätzen und Personal folglich za. 40 t, bei vorkommender Überfüllung 42—44 t.

Die *elektrische Ausrüstung* der Motorwagen ist wesentlich dieselbe wie bei der Detroit-Jackson Ry.: 4 Westinghousemotoren Type „76" von je normal 65 HP, mit direkter Zahnradübersetzung auf die 4 Achsen, jedoch für Geschwindigkeiten nur bis 88 (statt 95) km/h.

*Steuerung* ebenfalls durch den Westinghouse „L-Kontroller" ohne elektrische Bremsung.

*Stromabnehmer:* Ein gewöhnliches Westinghouse-Trolley pro Wagen.

*Hartguss-Räder* waren auch hier in Gebrauch, wurden aber wegen der anderweitig beschriebenen Störungen bald entfernt und überall durch Stahlbandagenräder ersetzt. (Nur die Güteranhängewagen haben noch Hartgussräder.)

Als *Bremse* neben der selten gebrauchten Handbremse wieder die Westinghouse „straight air brake". Wie bei der „Detroit United" wird die Pressluft nicht in den Wagen erzeugt, sondern in Reservoirs mitgeführt, die nur an einer Stelle der Bahn, in Monroe, gefüllt werden können. Es soll in den zwei Jahren des Betriebs nie vorgekommen sein, dass einem Wagen die Bremsluft ausging.

Gesandet wird mit Luftgebläse, das aber nicht automatisch mit Bewegung des Bremshebels in Tätigkeit tritt, sondern durch Öffnen eines besonderen Hahnens.

*Heizung* wieder von Kohlenöfen im Führerstand aus durch Warmwasser.

*Beleuchtung* elektrisch und reichlich.

Als *Wagensignal* dient die überall in und um Detroit gebräuchliche Schlagglocke mit Handbetätigung; sie wird aber für die Überlandstrecke als ungenügend erachtet und soll durch die sonst meist bei diesen Bahnen verwendete Luftpfeife ergänzt werden.

Die vorhandene *Lokomotive* dient ausschliesslich der eigenen Kohlenzufuhr. Sie trägt auf zwei Drehgestellen ganz ähnlich wie die Motorwagen 4 Westinghousemotoren „Type 56" von zusammen 200 HP normaler Leistung, und eine Führerkabine mit einem gewöhnlichen Westinghouse-Trolley auf dem Vorderteil der Brücke. Sie zieht 12 Güterwagen für Kohlen.

### 4. Anlagekosten.

Die verwendeten Zederschwellen sollen Fr. 1.80 bis 2.30 (35—45 Cents) per Stück kosten.

## C. Betrieb.

### 1. Verkehr.

Der typische Interurbanverkehr dieser Bahn ist zwischen den Endpunkten offenbar gleichmässiger verteilt, als bei der vorbeschriebenen, aber nur etwa halb so dicht. Es verkehren, abgesehen von den Früh- und Spätfahrten vom Depot aus, auf allen Teilen der Strecke gleichviel Züge, nämlich normal täglich 17 in jeder Richtung während 18 Stunden des Tages, genau jede Stunde einer (mit Abfahrtszeit beim Stundenschlag am einen, Halbstundenschlag am andern Ende). An Samstag Nachmittagen und Sonntagen oder anderen Ausnahmstagen wird nach Befehl des Betriebsdirektors ein vorbereiteter, verdoppelter Fahrplan mit Zügen jede halbe Stunde durchgeführt. Gewöhnlich sind gleichzeitig 6 Personenzüge unterwegs, im letztern Falle jedoch 12. An diesen Tagen fahren nach jeder Richtung 31 Züge. Daneben zu Zeiten noch 1—2 Expressgutzüge. Alle Züge bestehen nur aus *einem* Motorwagen, haben somit das Gewicht von 40—44 t.

Es werden auf diese Weise täglich normal za. 3000 Personenzugskilometer, an Samstagen und Sonntagen bis zum Doppelten, und dazu an Werktagen einige hundert Wagenkilometer für Gütertransport ausgeführt.

Nach den Angaben, die wir über den Monat Juli 1905 erhielten, wurden in diesem Monat geleistet: 140,000 Personenwagenkilometer und 8300 Expressgutwagenkilometer. Rechnet man für jeden Samstag und Sonntag einen 8. und einen 9. Wochentag, so würde dies also rund per gewöhnlichen *Wochen*tag ergeben:

| | | |
|---|---|---|
| | 3500 | Personenwagenkilometer |
| und | 200 | Expressgutwagenkilometer |
| oder per Tag total | 3700 | Wagenkilometer. |

Dabei wurden in diesen Monaten 705 t Expressgut befördert. Die jährliche Verkehrsleistung übersteigt jedenfalls $1^1/_2$ Millionen Zugskilometer.

Um normal 6, aussergewöhnlicherweise 12 Personenmotorwagen gleichzeitig in Betrieb haben zu können, sind, wie bereits bemerkt, 25 solcher vorhanden, jedoch mit Rücksicht auf Erweiterungen.

Das Anhalten der Züge geschieht in der typischen Weise in den Städten sehr oft; die *obligatorischen* Haltstationen liegen in der innern Hälfte der Überlandstrecke auf etwa 4—5 km mittlerer Distanz, in der äussern auf über 10 km; mit Inbegriff der fakultativen Haltstellen und Ausweichgeleise ergibt sich aber auch hier ein Halt je auf etwa 5 km. Alle diese Halte inbegriffen beträgt die kommerzielle Geschwindigkeit 36 km/h. Hiezu wird ausserhalb der Stadt oft mit effektiver Geschwindigkeit von 70—80, maximal von 88 km/h gefahren.

## 2. Arbeitsbedarf, Effekte und Wirkungsgrade.

In der Kraftstation sind im allgemeinen nur zwei der Dampfdynamos im Betrieb. Die *Maximalleistung* im Sommer erreicht gewöhnlich nicht 800 KW, und nur wenig mehr beim Samstags- oder Sonntagsbetrieb. Im *Winter* steigt sie dagegen gelegentlich, doch selten auf die volle Leistung der Maschinen von 1200 KW. Dabei entsteht die Vermehrung um 50% ohne elektrische Heizung, da ja mit Kohlen geheizt wird; sie resultiert lediglich aus den sehr ungünstigen Schneeverhältnissen.

Als *monatliche Arbeit* wurden uns pro Juli 446 100 KWh ab Hochspannung der Kraftstation ausgewiesen. Die Berechnung der Wagenkilometer hat nun gezeigt, dass wir Samstags und Sonntags ungefähr doppelte Verkehrsleistung annehmen müssen; rechnen wir demnach diesen Monat zu 40 „Normaltagen", so würden auf einen solchen za. 11 100 KWh entfallen, was für die bereitgestellte Maximalleistung von 800 KW eine za. 14-stündige mittlere Ausnützung derselben ergäbe, bei 19 Stunden wirklicher Betriebszeit der Maschinen (von 6 Uhr Morgens bis 1 Uhr Nachts). Oder: die mittlere Leistung ist an normalen Werktagen des Sommers ungefähr 600 KW, und die maximale nur za. $^1/_3$ grösser.

Im *Winter* ist der Fahrplan ein etwas reduzierter, die Zahl der KW-Stunden eher geringer, die mittlere Leistung daher kleiner, die maximale wie bereits bemerkt 1 200 KW, sodass zu dieser Zeit die maximale Leistung za. 2,2—2,4 mal so gross wie die mittlere sein dürfte. Diese Verhältnisse, für uns ungewöhnlich, werden wir ähnlich auch bei andern Bahnen dieser Art noch zu verzeichnen haben; sie sind die Folge der sehr regelmässigen und frequenten Zugsfolge und der Zugskomposition aus nur einzelnen Wagen, und sie zeigen deutlich die Vorteile dieses Systems für die Energieproduktion.

Die Betriebsstatistik des Juli 1905 wies uns ferner einen Konsum an Hochspannungsenergie ab Kraftstation von 4,9 KWh pro „car mile" (446 100 KWh für 91 453 carmiles), oder also rund 3,0 KWh pro Wagenkilometer (oder gleichzeitig pro Zugskilometer) aus. Dabei kommt in Betracht, dass es sich um

Wagen oder Züge von za. 40 t handelt, die mit kommerzieller Geschwindigkeit von 36, maximaler von 88 km/h fahren.

**3. Unterhalt, Reparaturen und Betriebsausgaben im allgemeinen.**

Über die Kosten der *Kraftbeschaffung* konnten wir der Statistik pro Juli 1905 folgende Angaben entnehmen:

Bei einer Verkehrsarbeit von rund 148000 Motorwagenkilometern (gleichzeitig Zugskilometern) im ganzen wurden produziert an Hochspannungs-Drehstrom: 446100 KWh, oder somit 3,0 KWh pro Wagenkilometer; dazu wurden verbrannt an Kohlen: 1673 t (e), oder sonach 3,8 kg pro KWh!

Die englische Tonne der verwendeten Kohle kostet in Monroe $ 1.35, wozu jedoch noch die Kosten des Transports auf dem eigenen Geleise in die Bunker kommen. Die Gesellschaft führt eine sehr sorgfältige Betriebsstatistik, welche monatlich alle Posten per Einheit feststellt, und in deren Aufzeichnungen pro Juli 1905 wir Einsicht nehmen konnten. Es ergeben sich daraus folgende Gestehungskosten der Energie pro KWh ab Kraftstation:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Für Kohle . . . . . . . . . . . . . . . . | $ 0.00653 | oder za. | 3,3 Rappen |
| Für Personal der Kraftstation . . . . . . . | „ 0.00206 | „ „ | 1,1 „ |
| Für diverses Verbrauchsmaterial und allerlei | „ 0.00114 | „ „ | 0,6 „ |
| Total | $ 0.00953 | oder za. | 5,0 Rappen |

Die Kraftproduktionskosten betragen somit, da ein Wagenkilometer oder Zugskilometer 3,0 KWh erfordert, 15 Rappen pro Wagenkilometer bezw. Zugskilometer. Sie könnten offenbar wesentlich niedriger sein, wenn die Dampfmaschinen sparsamer wären. Hohe Kohlenkonsumzahlen haben wir verschiedentlich in amerikanischen Dampfzentralen angetroffen, wenn auch nirgends in dieser Höhe; der sehr billige Kohlenpreis regt eben in Amerika nicht derart zu sparsamen Maschinen an, wie z. B. die verhältnismässig enormen Kohlenpreise bei uns in der Schweiz.

Über die Kosten des *Leitungsunterhalts* konnten wir nur erfahren, dieselben seien sehr gering, spielten keine wesentliche Rolle.

Über die *elektrische Ausrüstung des Rollmaterials* vernahmen wir: Die Zahl der in 2 Jahren ausgebrannten Ankerwicklungen ist hier etwas hoch; sie ergäbe eine Lebensdauer derselben von im Mittel etwa 18 Monaten für die 12 in Betrieb befindlichen Motorwagen. Da dieselben in diesem Zeitraum za. 2 000 000 bis 2 400 000 Wagenkilometer gemacht haben werden, entspräche dies einer Lebensdauer von nur rund 200 000 Kilometern. Dagegen sind Kollektoren in 2 Jahren noch keine ausgewechselt worden; dieselben sehen sehr gut aus und ihre Lebensdauer wird auf 4 Jahre oder mindestens 500 000 Kilometer geschätzt.

Die *Personalbesetzung* ist ähnlich wie bei den bereits beschriebenen Bahnen: 1 Führer und 1 Kondukteur pro Zug; im allgemeinen kein Stationspersonal, nur bei Stationen mit Umformeranlage je 1 Mann; wenig Streckenpersonal.

Auch hier leitet ein „Train dispatcher“, den wir in Monroe an der Arbeit beobachteten, die ganze Zugsbewegung allein.

**4. Betriebseinnahmen.**

Man zeigte uns aus der Statistik, dass das Verhältnis der eigentlichen Betriebsausgaben zu den Bruttoeinnahmen 51% beträgt. Die Bahn soll sehr gut rentieren, trotz der Konkurrenz mit 4 zwischen denselben Endpunkten parallel laufenden Dampfvollbahnen, von denen allerdings nicht alle Lokalverkehr besorgen.

### D. Allgemeine Beurteilung.

Über die Bewährung des gewöhnlichen Oberleitungs-Gleichstromsystems in Verbindung mit Umformerstationen und Drehstromkraftübertragung für einen sehr ansehnlichen Personenverkehr mit frequenten kleinen Zügen lässt sich bei dieser Bahn dasselbe sagen wie bei der vorbeschriebenen. Es kommen etwas grössere Zugsgewichte, aber kleinere Zugszahlen vor; die Förderleistung erreicht bis zu 200 Personen per Stunde in jeder Richtung, mit 36 km/h kommerzieller Geschwindigkeit bei sehr vielen Halten in den Städten. Auch betreffend Sicherheit und Unterhaltskosten der elektrischen Einrichtungen zeigen sich im allgemeinen die dort erwähnten Resultate. Besonders erwähnen wir noch das störungslose Funktionieren der wichtigen Telephonleitung für den Train dispatcher auf demselben Gestänge mit Hochspannungsdrehstrom und Bahngleichstrom. Dass dabei die Bahn in Konkurrenz mit 4 parallelen Dampfbahnen gut prosperiert, ist bereits erwähnt.

## Das Interurbanlinien-Netz um Indianapolis

ist eines der bemerkenswertesten Beispiele der grossartigen Entwicklung der leichten elektrischen Überlandlinien von nordamerikanischen Grosstädten aus. Der Betrachtung einzelner seiner Bahnen wollen wir daher einige allgemeine Angaben vorausschicken.

B. J. Arnold in Chicago hat schon vor mehreren Jahren in Schriften mit vielen Plänen die Bedeutung dieser Interurbanlinien-Netze hervorgehoben und viel zu ihrer Entwicklung beigetragen. Wir verdanken ihm einige Originalkarten, besonders auch über die Bahnen in Indiana. Auch in der offiziellen Regierungsstatistik, bearbeitet von Th. C. Martin, sind diese Netze eingehend behandelt.

Der Staat Indiana, von dem dies Netz einen grossen Teil bedient, betreibt vorwiegend Landwirtschaft. In seiner Hauptstadt Indianapolis, einer Stadt ungefähr von der Einwohnerzahl Zürichs, sieht man die leichten hübschen Farmerwägelchen stets in grosser Zahl. Den Haupt-„Lokal"-Verkehr (im amerikanischen Sinne) besorgen aber heute im Staate die vielen elektrischen „Trolley lines" auf Distanzen von mehreren hunderten von Kilometern.

Der Staat hat ungefähr 94 000 km² Flächeninhalt, also mehr als 3 mal so viel als die Schweiz, während die Bevölkerung etwa 20 % weniger zählt als die der Schweiz; diese, gegenüber der unsrigen geringe Bevölkerungsdichtigkeit zeigt, dass nicht speziell der Industrieverkehr ein zweites Lokalbahnnetz gegenüber dem reich entwickelten Haupt- und Dampfbahnnetz gefordert hat. In der Tat konnten wir uns überzeugen, dass schon in nächster Nähe der Hauptstadt überall der Landwirtschafts-Grossbetrieb als Hauptsache einsetzt. Von Indianapolis gehen Fernvollbahnen mit Dampfbetrieb unmittelbar nach 10 Richtungen aus; daneben nun aber nach 9 Richtungen elektrische Interurbanlinien (2 weitere sind im Bau), welche sich nach je etwa 30—50 km wieder verzweigen und verbinden. Wir haben versucht, aus den Karten der verschiedenen Dampfbahngesellschaften und den Karten der Herren Arnold und Martin eine Übersichtskarte zusammenzustellen, welche für diesen typischen Fall sowohl die Dampfbahnen als die elektrischen Bahnen in Indiana und dem angrenzenden Teil von Ohio darstellen sollte. Sie findet sich auf Tafel 1. Zum Vergleich sind darin die Grenzen der Schweiz im gleichen Masstabe eingezeichnet.

Die erwähnten elektrischen Linien sind folgende:

Indianapolis-Lebanon-Lafayette (Ind. & Northwestern Traction Co.) auf za. 110 km
„ -Tipton-Logansport } (Indiana Union Traction Co.) { „ „ 130 „
„ -Anderson-Marion } (Indiana Union Traction Co.) { „ „ 100 „
mit mehreren Verzweigungen und mit Fortsetzung Marion-Wabash-Ft. Wayne (2 andere Gesellschaften) bis zusammen auf . . . . . . . . . . . . . . . „ „ 200 „
ferner mit Fortsetzungen:
Anderson-Muncie-Hartford-Bluffton (eine andere Gesellschaft) . . . . . . . . . . . . . . . . . „ „ 150 „
Muncie-Winchester-Dayton (Ohio) (eine andere Gesellschaft) . . . . . . . . . . . . . . . . . . „ „ 210 „
Indianapolis-Greenfield-Richmond (Indianapolis & Eastern Ry. Co.) „ „ 110 „
mit Fortsetzung bis Dayton Ohio (Dayton Western Tr. Co.) . . . . . . . . . . . . . . . . . „ „ 160 „
„ -Rushville (Indianapolis & Cincinnati Traction Co.) . „ „ 65 „
Fortsetzung davon im Bau über Hamilton bis Cincinnati (gleiche Gesellschaft) . . . . . . . . . „ „ 180 „
„ -Shelbyville (gleiche Gesellschaft) . . . . . . . „ „ 40 „
„ -Columbus (Ind.) (Ind. Columbus & Southern Tr. Co.) „ „ 65 „
„ -Martinsville (Ind. & Martinsville Rapid Transit Co.) . „ „ 45 „
„ -Plainfield (Indianapolis & Plainfield Tr. Co.) . . . . „ „ 20 „

Dieses Netz mit dem Zentrum Indianapolis ist übrigens mit ähnlichen grossen Netzen im Staate Ohio mehrfach verbunden, insbesondere mit einem von Dayton (Ohio) ausstrahlenden, welches anderseits östlich wieder mit einem um Columbus (Ohio) gebildeten verbunden ist, das östlich bis Zanesvilles (Ohio) reicht, sodass man von Lafayette (Ind.) im Westen bis dorthin nach dem Osten ungefähr 450 km weit vollständig auf elektrischen Interurbanlinien fahren kann mit 2- bis 3-maligemUmsteigen. Ebenso wird in allernächster Zeit das Netz um Indianapolis in gleicher Weise verbunden sein mit demjenigen von Toledo, das ausser mit dem Netz von Detroit wieder mit dem von Cleveland und dem weiter östlich am Südufer des Erie-Sees sich hinziehenden verbunden ist, sodass die „Trolley lines" nach dieser Richtung demnächst noch weiter reichen werden. Hiermit wollen wir lediglich zeigen, dass diese Art Bahnen beginnt, das ganze Land in gleicher Weise zu überstricken, wie die Dampfbahnen. Denn im allgemeinen ist nicht solche Fernverbindung der Zweck dieser Art elektrischer Linien, obwohl einzelne auf 150 und 200 km durchgehende Schnellzüge besitzen, auch schon Nachtzüge eingeführt worden sind und eine derselben Schlafwagen haben soll, von denen sich einer in der offiziellen Statistik abgebildet findet. (Speisewagen führen verschiedene solche Bahnen.)

Das vom Zentrum Indianapolis ausstrahlende elektrische Überlandbahnnetz wird von *13* Gesellschaften gebildet mit einer gesamten Betriebslänge von za. 1100 km, wovon viele Strecken zweigeleisig. Die Wagen der oben genannten 9, unmittelbar von Indianapolis abgehenden Linien fahren sämtlich unter Benützung der Geleise der städtischen Strassenbahn (welche in Händen der einen dieser Gesellschaften ist) nach und vom Zentrum der Stadt ein und aus, ebenso direkte Schnellzüge von Indianapolis nach Dayton (Ohio) über die Linien der Ind. & Eastern Ry. Co. und der Dayton & Western Ry. Co. In Bezug auf Geschwindigkeit und Anhalten der Züge dieser Interurbanlinien gilt das schon mehrfach Bemerkte. Einige der Gesellschaften führen auch Stückgüter und haben dazu

besondere Gütermotorwagen, sowie gewöhnliche Güterwagen als Anhänger. Für diesen ganzen Verkehr hat man in der Stadt Indianapolis selbst einen

*Zentralbahnhof der elektr. Überlandlinien* errichtet, welcher einer besonderen Gesellschaft gehört, der Indianapolis Traction und Terminal Cy. In einer grossen gedeckten Halle sind 9 gedeckte Geleise mit Zwischenperrons untergebracht, die Länge der Halle gestattet auf jedem Geleise die Unterbringung eines Zuges von je 3 der grossen Interurbanwagen. Auf der einen Seite der Halle ist ein Personenaufnahmsgebäude mit Wartesaal und den in amerikanischen Normalbahnhöfen gebräuchlichen Verkaufsläden und anderen Zubehörden angebaut; die andere Seite lehnt sich an ein Geschäftshaus, hinter dem sich Güterschuppen und besondere Abstellgeleise für Eilgut- und Frachtgutwagen befinden. Die Wagen machen beim Ein- und Ausfahren eine Schleife um das Gebäude; die Geleise führen dazu von beiden Seiten in die Halle und das Wenden der Fahrrichtung der Motorwagen wird vermieden. In unserem Bilde Nr. 20 ist die Vorderseite der Halle und rechts davon das Aufnahmsgebäude sichtbar, im Bilde Nr. 21 die Rückseite der Halle und im Bilde 73 eines der Frachtdepots mit zwei Gütermotorwagen. In dieser Station fahren von morgens 4 Uhr bis nachts 1 Uhr 25 je 168 Personenzüge aus und ebensoviele ein, also durchschnittlich jede 7½—8 Minuten ein Zug ein und einer aus. Die Güterzüge fahren ab Frachtdepots für sich. Schon im Jahre 1904 soll der Verkehr dieses Zentralbahnhofes 3 500 000 Fahrgäste betragen haben. Die Kosten dieses Bahnhofes sollen rund 10 Millionen Franken sein. Sämtliche Bahnen dieses Interurbanliniensystems zahlen für die Befahrung der gewöhnlichen Stadtstrassenbahngeleise in der Stadt Indianapolis an die Gesellschaft, welcher diese Geleise gehören, eine Entschädigung von 20 Rappen (4 Cents) per Wagenkilometer. In dieser Entschädigung sind alle Rechte für Benützung der Geleise, Stromentnahme aus der Oberleitung und Benützung des Zentralbahnhofes inbegriffen; alle diese Teile werden von der Ind. Term. & Tr. Co. unterhalten und mit Strom versorgt.

# Indiana Union Traction Co., Indianapolis.

*Interurbanlinien und städtische Strassenbahn. Gleichstrom Trolley.*

## A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Die im Titel genannte Unternehmung betreibt städtische Strassenbahnlinien in Indianapolis, mit ungefähr 80 km Streckenlänge, besonders aber das grösste der im vorigen Abschnitt genannten Interurbannetze mit ungefähr 340 km Baulänge. Man fährt auf den zwei Hauptzweigen etwa 100 und 130 km von Indianapolis aus, und mit Anschlusszügen der benachbarten elektrischen Bahnen auf 200 und mehr km bis Ft. Wayne und bis Dayton (Ohio).

Der interurbane Betrieb (ohne den städtischen Strassenbahnbetrieb) ist im allgemeinen auf den ganzen Linien durchgehend gleich frequent, und umfasst täglich 19 volle und einige nicht durchgehende Züge in za. 22 Betriebsstunden auf jeder Linie; zur Hauptzeit fährt durchschnittlich stündlich ein Personenzug mit 2 grossen Wagen. Dazu etwas Stückgüterverkehr mit besonderen Motorwagen. Sowohl die eigentliche Landschaft (Farmenbetrieb) als auch viele kleine Provinzstädte von einigen tausend bis etwa 20000 oder auch gelegentlich bis 40000 Ein-

wohnern speisen den Verkehr, der sich in der mehrfach geschilderten Weise als Mischung von Schnellzugsdienst und städtischem Strassenbahndienst abspielt.

Das Unternehmen ist ziemlich bedeutend; es besitzt gegen 250 Fahrzeuge, worunter etwa 40 besonders schwere Motorwagen für den Interurbanverkehr. Es werden jährlich über 5 Millionen Wagenkilometer zurückgelegt und ungefähr ebensoviele Personen befördert.

## B. Bauliche Anordnung und Ausdehnung der Anlage.

### 1. Allgemeine und eigentliche Bahnanlage.

*Normalspur.*

*Baulängen* der *Überlandlinien* (Doppelgeleise, Ausweichen u. s. w. nicht mitgerechnet) = 340 km. Die Bahn ist fast durchwegs eingeleisig, aber mit vielen Ausweichstellen versehen. An Hand der Dienstfahrpläne konnten wir folgende Zusammenstellung über die Streckenlängen und die Zahl der *regulären Halte* machen:

| Linien | Länge km | Stationen | Anzahl der Ausweichstellen für Kreuzungen regulär benützt: | Anzahl der Ausweichstellen Total vorhanden: | Reguläre Halte total: |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Indianapolis-Muncie . . | 91.0 | 10 | 6 | (33) | 16 |
| 2. Indianapolis-Logansport | 128.4 | 15 | 5 | (33) | 20 |
| 3. Anderson-Marion . . . | 54.5 | 6 | 4 | (26) | 10 |
| 4. und Gaz City . . . | 2.4 | | | | |
| 5. Alexandria-Tipton . . | 32.2 | 3 | 1 | (11) | 4 |
| 6. Kokomo-Peru . . . | 30.9 | 4 | 1 | ( 9) | 5 |
| insgesamt: | 339.4 | 38 | 17 | (112) | 55 |

Wie man sieht, werden von den vielen Ausweichstellen für jeden Zug regulär nur sehr wenige für Kreuzung benützt, die anderen gewöhnlich gerade durchfahren. Ihr Vorhandensein erlaubt aber bei Vermehrung der Züge in besonderen Fällen und bei Verspätungen dennoch rationelle Kreuzungen anzuordnen. Die mittlere Distanz der eigentlichen regularen Stationen ist, wie man sieht, za. 8,9 km, die der regulären Halte mit Inbegriff derjenigen für Kreuzungen za. 6,2 km, die mittlere Entfernung der Kreuzungsmöglichkeiten aber rund 3 km.

*Steigungen* sind, da das Land im grossen ganzen eben ist, wenige vorhanden, doch wieder gelegentlich zur Vermeidung von Kunstbauten bedeutende; die stärkste, von erheblicher Länge, hat sogar 40‰.

*Krümmungen.* Minimalradius auf den Überlandstrecken eigenen Bahnkörpers = 580 m.

*Unterbau.* Ausserhalb der Stadt sozusagen durchwegs eigener Bahnkörper, durch Drahtnetz eingefriedigt. Siehe die Figuren 1 bis 3 auf Tafel 10. Ziemlich viele Dämme, auch wieder Holzviadukte, die erst nach und nach zu Dämmen gestaltet werden; Holzbrücken und einige eiserne Flussbrücken. Qualität des Unterbaues und der Schotterung auf einigen wenigen, meist befahrenen Strecken im Vergleich zu anderen besichtigten Linien besser; im allgemeinen aber (Wirth): minderwertiger Ballast (ungeworfener Schotter). 20 cm Schotter unter den Schwellen, seitlich 30 cm über Schwellenende hinaus.

*Oberbau.* Holzschwellen in Abständen von 60 cm, vom Ausmass: 2438 × 200 × 150 mm. Schienen von 34,4 und von 39,4 kg/m, je 9,144 m lang.

*Stationsgebäude:* Besser als bei anderen solchen Überlandbahnen; auch kleinere Orte haben hübsche, gemauerte Aufnahmsgebäude, wo die Dampfbahnen daneben nur Holzschuppen zeigen.

(Wirth): Die *Signal- und Sicherheitseinrichtungen* sind ähnlich wie bei den beschriebenen Interurbanlinien von Detroit: Strassenübergänge nicht bewacht und ohne Barrièren; Übergänge über andere Bahnen durch „Entgleisungsvorrichtung" geschützt.

Bei den Ausweichstellen und Stationen dienen die Weichensignale in der Regel als Einfahrtssignale; vor einigen Hauptweichen befinden sich indessen kleine Semaphore, welche die Fahrt auf Ablenkung oder in gerader Richtung anzeigen.

Da von jedem Zuge je nur wenige der vielen Ausweichen benützt werden, sind die Weichen im allgemeinen für gerade Durchfahrt verschlossen. Wo indessen Kreuzung stattfinden muss, wird der Zug mit Vorrang auf der Geraden vorbeigelassen. Die Skizze auf Tafel 6 zeigt Anordnung und Verfahren: Der Zug, der ausweichen soll, hält in 1) vor der Weiche, der Kondukteur steigt ab, öffnet die Weiche A mit Schlüssel und stellt sie auf Ablenkung, der Wagen fährt dann nach 2) und lässt den Zug mit Vorrang in der *Geraden* vorbeifahren; nachher fährt er nach 3) *zurück,* und nach Wiederverschliessung der Weiche über 4) und 5) weiter.

## 2. Elektrische Einrichtungen.

*System im allgemeinen.* Ein Dampfkraftwerk erzeugt Drehstrom von 26 Perioden und 15000 bezw. 30000 V, der durch Freileitungen zu Unterstationen übertragen und dort in Gleichstrom von 550 V umgeformt wird. Von den Unterwerken aus gehen besondere Speiseleitungen als Freileitungen bis zum Fahrdraht; gewöhnliche Oberleitung, gewöhnliches Rollen-Trolley.

*Elektrische Leitungen.* Es ist nur *ein* Fahrdraht pro Geleise (und also im allgemeinen auch im Ganzen) gezogen, und zwar, wie wir in Nordamerika fast überall fanden, Profildraht, hier in der „Form 8" und von etwa 100 $mm^2$ Kupfer-Querschnitt. Befestigung an gewöhnlichen kleinen Hängeisolatoren (mit herausnehmbarem, isoliertem Bolzen, der die Klammer trägt, unter Bronzeglocke). Hängeisolator überall an Stahlspanndraht aufgehängt. Isolation des Fahrdrahtes nur eine „einfache". Höhe des Fahrdrahtes über Boden 5—5½ m. Der Spanndraht überspannt bei den älteren, mehr befahrenen Strecken (d. i. der Mehrzahl), den ganzen Bahnkörper zwischen zwei links und rechts gestellten Holzmasten. Auf einzelnen Strecken sind diese Holzmasten oben schief auswärts gestellt, um das Anbringen von Ankern zu ersparen. Der eine Mast trägt die nötigen (bis 2) *Speisekabel* grossen Querschnittes, oft an schräg an die Stange gesetzten Holzbolzen, die andere Stange auf Holztraverse 4 *Telephondrähte* (2 Schleifenleitungen) für den Bahndienst. Siehe Skizze 1 auf Tafel 10. Die zwei Telephondrähte einer Schleife sind alle 480 m gekreuzt. Sie sind auf kleinen Glasisolatoren montiert.

Soweit *Hochspannungsdrehstromleitungen* nach Unterwerken nötig sind, d. h. auf dem grössten Teil der Länge, sind stärkere, vertikal gestellte Stangen verwendet. Die eine Stange trägt dann zu oberst 1—2 dreidrähtige Drehstromleitungen für 15000—30000 V auf zwei Holztraversen, und ungefähr 1 m darunter 1—2 Speiseleitungen des 500 V Gleichstroms; die andere dient wieder den Telephondrähten. Diese Anordnung zeigt Skizze 2 auf der vorgenannten Tafel.

An den neueren Linien sind Hochspannungsleitung, Speiseleitung und Telephonleitung je an ein und derselben Stange angebracht, die an eisernem Auslegearm den Fahrdraht trägt, wie aus Skizze 3 genannter Tafel ersichtlich ist. Die Kontaktdrahtaufhängung ist auch hier elastisch, mittels kurzen Spanndrahts. Die Photographie 41 zeigt ebenfalls diese Anordnung. (Das Bild ist vom Führerstand des fahrenden Zuges aus während einer zufälligen „Wettfahrt" mit der parallel laufenden Dampfbahn aufgenommen.)

Ausserhalb des Bahnkörpers, aber näher daran als auf Stangenlänge, läuft meist noch ein Gestänge mit vielen (privaten) Telephonleitungen parallel.

Die *Stangen* aus nicht imprägniertem Zedernholz, in der Geraden auf 30 m Distanz. (Imprägniertes Kiefernholz soll hier teurer sein und nicht länger halten.)

*Umformerwerke.* Deren Zahl und Lage ist so gewählt, dass sie auf durchschnittlich 16 km Entfernung stehen bezw. jedes eine solche Strecke bedient. Es sind einfache Backsteingebäude, nicht immer mit Personenstationen verbunden. Der 30000 V- bezw. 15000 V-Drehstrom wird heruntertransformiert und (in „Einanker-Umformern") auf Gleichstrom von 550—600 V gebracht. Das Anlassen der Umformer geschieht hier durch kleine, angekuppelte Asynchron-Drehstrommotoren, die ihren Strom je von denselben Transformatoren entnehmen wie der Umformer. Akkumulatoren werden keine verwendet.

*Kraftwerke.* (Für den Betrieb des Strassenbahnnetzes in Indianapolis selbst besteht eine besondere Kraftstation in dieser Stadt.) Das Kraftwerk für die Interurbanlinien ist in Anderson, einem Knotenpunkt der einen Linie, dessen Linienentfernung von den äussersten Enden der Bahn je za. 30, 50, 60 und 100 km beträgt. Kesselhaus und Maschinenhaus bilden zwei aneinandergebaute Hallen des grossen Backsteingebäudes (siehe das Bild 40); das Transformatorenhaus, das auch die Hochspannungsschaltanlage enthält, ist davon getrennt erstellt, und durch einen unterirdischen, begehbaren und gemauerten Kanal mit dem Maschinenhaus verbunden.

Die Kesselanlage enthält die üblichen Wasserröhrenkessel, und zwar 10 Stück „zu 400 HP" und 2 Stück „zu 600 HP"*), zusammen also für 5200 HP normale Leistung; sie sollen jedoch bis auf das Doppelte angestrengt werden können. Kohlenzufuhr und Feuerung rein automatisch. Die grossen amerikanischen Normalbahnkohlenwagen (mit Entleerung durch den beweglichen Boden zwischen den Rädern) fahren direkt über die Bunker, von wo die Kohle, Weichkohlengries aus Indiana, durch Paternosterwerke in die Speicher über dem Kesselhaus gehoben wird, und von dort durch Rohre auf den rollenden Rost sinkt. Die Feuerungsvorrichtungen sind je als Ganzes aus dem Kesselbau ausfahrbar.

5 Dampfmaschinen, zweizylindrig horizontal, langsam laufend, mit eigenen schweren Schwungrädern, für je 1500 HP normal und 2000 HP maximal, direkt gekuppelt mit fünf Drehstrom-Generatoren (Westinghouse) von je 1000 KW normaler, und 1400 KW maximaler Leistung. Diese erzeugen Drehstrom von 26 Perioden bei 375 V.

Die Erregung geschieht separat, für den Beginn mit einem, direkt mit kleiner Dampfmaschine gekuppelten Erreger, im allgemeinen durch Motorgeneratoren mit Drehstrom-Asynchronmotor für 375 V; solche Motorgeneratoren sind 2 vorhanden, zu 50 und zu 75 KW.

*) Der Amerikaner bezeichnet die Grösse der Dampfkessel nicht nach Heizfläche, sondern nach Pferdestärken der Leistung der Dampfmaschinen, für die sie bestimmt sind.

Die *Transformatoren* sind im Untergeschoss ihres besonderen Gebäudes in 2 Reihen aufgestellt, zwischen welchen ein Rollwagen, mit der Brücke auf Höhe der Bodenfläche der Transformer, zur bequemen Ausfuhr der letztern angebracht ist, wie bei uns vielfach üblich (in Amerika selten). Der Oberstock dieses Gebäudes enthält die Hochspannungsapparate. Linienschalter von der bereits beim Kraftwerk in Ypsilanti erwähnten, älteren einfachen Konstruktion von Westinghouse. Diese Schalter, gleichzeitig Sicherungen, hier also in neuerer Anlage für 30,000 V und Leistungen von einigen tausend KW verwendet. Ferner als Blitzschutz die bekannten Westinghouse „Low equivalent Lightning arresters" mit Vielfachfunkenstrecke und grossen Drosselspulen. Sowohl diese Blitzschutzapparate als auch die erwähnte Linienschalterkonstruktion brauchen sehr viel Platz. Für Gestelle, Böden u. s. w. ist in diesen Hochspannungsräumen noch reichlich Holz verwendet, dagegen sind überall grosse Distanzen eingehalten, und die Schaltanlage wie überhaupt der ganze elektrische Teil zeigen dennoch eine betriebssichere, wohldurchdachte Veranlagung mit einfachsten Mitteln. Insbesondere die innere Leitungsführung ist im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Kraftwerken ähnlicher Grösse und ähnlichen Alters bemerkenswert gut und übersichtlich. Die Bleikabel, welche das Maschinenhaus mit den Transformatoren verbinden, sind in sehr geschickter Anordnung derart (isoliert) aufgehängt, dass sie einzeln wegnehmbar sind und kaum eine Lichtbogenübertragung an ihnen stattfinden kann.

Die *schematische Anordnung* ist insofern von der im allgemeinen drüben üblichen abweichend, als ein Transformatorensatz nicht einem bestimmten Generator, sondern einer bestimmten *abgehenden Linie* zugeteilt ist; es sind Sammelschienen nur in der Niederspannung von 375 V vorhanden. An diese sind Transformatoren angeschlossen, welche in der Oberspannung nur eine bestimmte Linie bedienen, und je nach der Länge derselben (Entfernung der zu bedienenden Unterstation) auf 15,000 oder 30,000 V erhöhen. Alles sind Einphasentransformatoren, im Dreieck geschaltet; für das ganze nur ein Reservetransformer, in einfachster Anordnung mit beweglichen Kabeln (nicht unter Strom, aber rasch) an die Stelle jedes Betriebstransformers anschaltbar und für beide Oberspannungen eingerichtet. Diese sehr praktische Anordnung liess sich hier, bei gleicher Leistung aller abgehenden Linien bezw. Unterwerke, gut durchführen.

In der Oberspannung bilden beim Abgang von jedem Transformersatz die erwähnten kombinierten Schalter und Sicherungen Westinghousescher Konstruktion gleichzeitig Linienschalter und Liniensicherung. In der Niederspannung sind die Transformatoren durch Maximalschalter mit verzögernden Überlastungsrelais geschützt, welche so gleichzeitig die Maximalschalter der Linien bilden. Messinstrumente sind auf diese Weise nur in der Niederspannung enthalten, und zwar für jeden Generator 3 Strommesser, 1 Spannungsmesser, 2 Wattmeter und 1 Frequenzmesser; derselbe Satz an der Sammelstelle aller Ströme.

### 3. Rollmaterial.

(Wirth): Die Gesellschaft besitzt im Ganzen, d. h. für den städtischen Strassenbahnverkehr und den Interurbanverkehr:

| | | |
|---|---|---|
| | 176 | Personenwagen |
| | 4 | geschlossene Eilgutwagen |
| | 64 | Arbeits- und Materialwagen |
| | 2 | Schneepflüge |
| total | 246 | Fahrzeuge. |

Davon sind 139 Motorwagen. Ferner sind davon 114 geschlossen, 62 offen; 50 Motorwagen für den Stadtdienst sind mit Fängern verschiedener, aber nicht nachahmenswerter Konstruktion versehen.

Für den *Interurbanverkehr* der betrachteten Linien besonders werden verwendet:

| | | |
|---|---|---|
| | 20 | Personenwagen für Schnellzüge |
| | 40 | „ „ Lokalzüge |
| total | 60 | Motorwagen; ferner |
| 14 geschlossene und | | |
| 21 offene = zus. | 33 | Anhängewagen |
| insgesamt | 93 | Wagen. |

Alle Wagen haben 4 Achsen und 2 Drehgestelle. (Wirth): Die Radsterne sind aus Stahlguss und die Stahlbandagen mit Borkschen Ringen befestigt; Griffinräder nur bei den relativ langsam fahrenden Wagen der Stadtstrecken benützt, weil für die hohen Geschwindigkeiten als zu gefährlich betrachtet. Die Achsschenkel werden auch hier, wie überall in Amerika üblich, von unten geschmiert.

Die geschlossenen *Personenwagen der Interurbanlinien* sind im allgemeinen ähnlich gebaut wie die bisher beschriebenen solcher Bahnen. Bei den mitgemachten Fahrten haben wir uns besonders auch hier wieder überzeugen können, welch' gut abgefedertes, angenehm führendes Personenwagenmaterial in Nordamerika diese Interurbanlinien, gleich wie die Fernvollbahnen, besitzen. Wagen und Plattformen sind vollständig geschlossen, und nur *ein* Führerstand da, ebenfalls geschlossen. Zweiersitze mit umklappbaren Lehnen, Mittelgang etc. wie landesüblich.

Das allgemeine Aussehen der Wagen ist aus dem Bilde 74 (leider etwas unscharf) ersichtlich. Sie tragen vorn den bekannten „Kuhfänger". Diejenigen für die „local trains", d. h. den Personenzugsverkehr, haben 48 Sitzplätze und dazu ein besonderes Gepäckabteil mit Stehplätzen und Klappsitzen, diejenigen für den Schnellzugsverkehr ebenfalls 48 Sitzplätze, dazu einen Abort und im Sommer Eiswasserstand. Im Bilde 74 ist der Unterschied der beiden Einteilungen ebenfalls ersichtlich.

Leergewicht der leichteren Überlandwagen — 35 t.

*Elektrische Ausrüstung.* Die Personenzugwagen der Überlandlinien haben 2 Motoren, Westinghouse Type 50 C von zusammen 150 HP normal, die Schnellzugwagen der Überlandlinien dagegen 4 Motoren, Westinghouse Type 85 C von zusammen 300 HP normal. (Die Wagen der Stadtlinien haben 2 Motoren Westinghouse Type 92 von zusammen 70 HP normal.) Einfache Zahnradübersetzung. (Wirth): Die grossen Zahnräder sind ungeteilt und mit 75 t Druck auf die Achsen gepresst.

Alle Wagen für Serie-Parallelschaltung durch *Steuerschalter* „Type L" (Westinghouse) eingerichtet.

*Stromabnehmer:* Gewöhnliches Rollentrolley Westinghouse, nur eines per Wagen. Sämtliche Wagen der Interurbanlinien mit dem automatischen Trolley-Einholer versehen, ähnlicher Konstruktion wie bei „Detroit United" beschrieben.

*Bremsen.* (Wirth): Die Überlandwagen sind mit der direkten Luftdruckbremse Christensen, mit Handbremse und Sandstreuapparat für Hand- und Luftdruckbetätigung ausgerüstet.

*Beleuchtung* elektrisch; die *Heizung* war es bisher ebenfalls, soll aber nach und nach durch Warmwasserheizung mit vom Führer bedientem Ofen ersetzt werden, weil so billiger.

An *Signaleinrichtungen* haben die Überlandwagen eine besonders praktische Einrichtung: Jeder Führerstand hat einen Telephonapparat, versehen mit biegsamem Kabel, das in einem Stab mit leitendem Haken endigt. Der Führer kann beim Anhalten an beliebiger Stelle ohne Verlassen seiner Kabine diesen Haken am Draht der Freileitung des Telephons einhängen und steht sofort in Verbindung mit dem Train dispatcher. An regulären Ausweich- und Haltestellen sind Stöpselkontakte an den Stangen vorhanden, durch welche in noch bequemerer Weise Verbindung hergestellt wird.

Einen *Salonwagen* mit den drehbaren Sitzen der Pulmannwagen, Buffet und Schlafraum führte uns die Gesellschaft ebenfalls vor; doch wird derselbe wohl nicht regelmässig gebraucht.

Die kleine *Dienst-Lokomotive* sahen wir ihre Arbeit verrichten mit einem Kohlenzug von der Dampfnormalbahn zur Kraftstation.

## C. Betrieb.

### 1. Verkehr.

Beinahe ausschliesslich Personenverkehr, daneben Eilguttransport mit 4 besonderen Motorwagen, die eigene Züge bilden, und schwererer Güterverkehr für eigene Zwecke auf beschränkter Strecke.

*Fahrplan. Die Zahl der Züge per Tag,* hin und zurück zusammengerechnet, beträgt auf den Strecken: Indianapolis-Muncie: 38; Ind.-Logansport: 50; Anderson-Marion: 36; Marion-Gas City: 56; Alexandria-Tipton: 36; Kokomo-Peru: 36; sodass im ganzen täglich mindestens 252 Züge, ohne die Güter- und Extrazüge, geführt werden. Letztere kommen bei besonderen Anlässen oder starkem Andrange nach Bedarf hinzu.

Über die Halte machten wir bei Beschreibung der baulichen Anordnung der Bahn bereits Angaben.

Nach dem Dienstfahrplan sind gleichzeitig im Maximum 19 Züge unterwegs.

Dieser Zugsdienst wird hier von 2 „Train dispatchers“ in 2 Bezirken geleitet.

*Zugsbildung* entweder aus 1 Motorwagen allein, oder 1 Motorwagen mit 1 Anhängewagen, im letzteren Fall mit einem Zugsgewicht von 65—70 Tonnen.

*Geschwindigkeiten.* Hier fiel uns auf, wie oft selbst in Städtchen mit sehr wenig Strassenverkehr sehr langsam gefahren wurde. Es zeigte dies, wohin die Autonomie der Gemeindewesen in der amerikanischen Bahngesetzgebung führt: Jede Gemeinde kann von sich aus Vorschriften aufstellen. Einzelne, oft gerade die kleinen, gehen darin ziemlich weit. Wir fuhren u. a. durch ein kleines Städtchen, das an keiner Stelle seines Gebietes mehr als 13 km/h *maximale* Geschwindigkeit zulässt, und die Einhaltung dieser Vorschrift gelegentlich durch polizeiliche Kontrolle und Verhaftung zuwiderhandelnder Wagenführer sehr streng handhaben soll. Ausserhalb der Städte werden dagegen die üblichen grossen Geschwindigkeiten bis 95 km/h regelmässig angewendet; die Einhaltung der Fahrpläne erfordert dies. Die Schnellzüge, die etwa alle 6,2 km anhalten, erreichen mit Einschluss der Halte eine mittlere kommerzielle Geschwindigkeit von za. 43, auf einer Strecke von 53 km/h; die gewöhnlichen Züge, die noch mehr fakultative Halte ausführen, im allgemeinen 31 bis 38, ausnahmsweise 43 km/h.

*Förderarbeit.* (Die nachstehenden Angaben beziehen sich auf die Überlandlinien allein.) Es werden täglich mindestens 14 800 fahrplanmässige Zugskilometer ausgeführt, also jährlich etwa $5^1/_2$ Millionen. Da die meisten Züge

nur einen Wagen führen, dürften dies etwa 6—7 Millionen Wagenkilometer per Jahr sein. Tatsächlich wurden ausgeführt in der *ersten* Hälfte 1905 (wobei die erste Hälfte stets wesentlich weniger liefern soll als die zweite, wegen des meist sehr lang andauernden Winters einerseits und des im allgemeinen milden Herbstes anderseits) 2 466 597 Wagenkilometer. Damit wurden 2 473 000 Personen befördert.

**2. Arbeitsbedarf, Effekte und Wirkungsgrade.**

Mangels näherer Angaben mag hier nur festgestellt werden, dass bei etwa 20 gleichzeitig im Betrieb befindlichen Zügen (mit Inbegriff von Güterzügen) von wohl je etwa 50 t im Mittel, im allgemeinen 3 Generatoren im Betrieb sind, welche normal 3000, maximal 4000 KW Niederspannungs-Drehstrom leisten, so dass pro solchen Zug im Mittel etwa 150 bis 200 KW ab Generatoren der Kraftstation zur Verfügung sein müssten. Dabei ist der Fahrdrahtverlust nach unseren Beobachtungen relativ gross, jedenfalls der Spannungsabfall mindestens 20, der mittlere Effektverlust wohl 10 %. Den Wirkungsgrad der Umformer, die ziemlich gut belastet sind, zu etwa 90 % angenommen, denjenigen der Hochspannungsfernleitung zu etwa 93 %, den der zweimaligen Transformierung zu je 95 %, ergäbe sich ein totaler Wirkungsgrad von Generator bis Stromabnehmer $= 0.95 \times 0.93 \times 0.95 \times 0.90 \times 0.90 = 0.68$, sodass jene mittlere Leistung pro Zug von rund 50 t etwa 100 bis 140 KW am Stromabnehmer entsprechen würde, während die zirkulierenden Wagen teils 150, teils 300 HP Normalleistung und etwa 400 bezw. 500 HP Maximalleistung der Motoren aufweisen.

Wir erhielten dagegen durch die Freundlichkeit der Betriebsleitung nähere Angaben über:

**3. Unterhalt, Reparaturen und Betriebsausgaben im allgemeinen.**

Für das erste Halbjahr 1905 betragen die *Ausgaben per Wagenkilometer* für:

| | |
|---|---|
| Unterhalt und Reparaturen des Wagenmaterials, elektrische Ausrüstung inbegriffen . . . . . . . . . | 4,99 Rappen |
| Unterhalt des Unter- und Oberbaues, sowie sämtlicher elektrischer Leitungen auf der Strecke (Hochspannungsdrehstromleitung, Gleichstromspeise- und Fahrdraht, Telephonleitungen) . . . . . . . . . . . . | 6,01 „ |
| Kraftproduktion in der Kraftstation, sämtliche Ausgaben für dieselbe inbegriffen . . . . . . . . . . | 7,5 „ |
| Zugdienst: Besoldung der Wagenführer und Kondukteure . | 9,76 „ |
| Übrige eigentliche Betriebsausgaben . . . . . . | 5,55 „ |
| Allgemeine Ausgaben (Verwaltungsspesen u. s. w.) . . | 11,03 „ |
| Gesamte Betriebsausgaben . . . . . . . . | 44,84 Rappen |

ohne Zinsen und Amortisationen.

**4. Betriebseinnahmen.**

Keine näheren Angaben; doch prosperiert das Unternehmen gut.

## D. Allgemeine Beurteilung.

Die Bahn ist ein grösseres typisches Beispiel der Interurbanlinien mit Schnellverkehr auf grosse Distanzen, ausgeführt mit den einfachsten Mitteln: Energieverteilung von einer einzigen Kraftstation, auf Entfernungen bis über

100 km von derselben und für 340 km Baulänge des Netzes; alles mit Holzgestängen, mit wenigen und einfachsten Umformerstationen, billigster Fahrdrahtanordnung mit einfacher Isolation und gewöhnlichem Rollentrolley-Stromabnehmer. Auch hier wieder vollkommene Bewährung dieser Einrichtungen für diesen Fernschnellverkehr; wenn auch die Reparaturen offenbar verhältnismässig etwas mehr erfordern als wir gewohnt sind, so kosten sie doch keineswegs mehr als man in Amerika bei irgendwelcher Art Bahnbetrieb als normal ansieht.

Der Fahrdraht wird nach erhaltenen allgemeinen Mitteilungen wohl etwas mehr abgenützt als man bei uns als zulässig ansehen würde, sodass lokale Störungen durch Fahrdrahtbruch wohl für unsere Gewöhnung etwas zu häufig, nach amerikanischer Auffassung jedoch nur in „zulässigem und begreiflichem Masse“ vorkommen. Von wesentlichen Störungen der allgemeinen Stromzuführung und der übrigen elektrischen Einrichtungen ist auch hier nichts bekannt, Störungen durch atmosphärische Elektrizität seien „sehr selten“. (Über das Funktionieren der Blitzschutzapparate in der Kraftstation wird sehr genaue, systematische Kontrolle geübt, deren Resultate sehr zu gunsten des angewandten Systems zu sprechen scheinen.) Beeinflussung der nächstliegenden, nämlich der eigenen, für den Train dispatcher benützten Telephonleitung praktisch null; auch von andern Telephonstörungen nichts bekannt.

Elektrische Ausrüstung des Rollmaterials, besonders auch nach Richtung der Betriebssicherheit, „sehr bewährt“. Pneumatische Trolley-Einholer befriedigen auch hier.

---

Wie die besprochene, verhalten sich ungefähr auch *die andern von Indianapolis ausgehenden elektrischen Bahnlinien.* Überblickt man die früher gemachten Angaben über die Zahl dieser Linien, die neben den vielen Dampfbahnen vorhanden sind, die ebenfalls von hier ausgehen, und zieht man gleichzeitig die relativ nicht sehr bedeutende Grösse der Stadt in Betracht, so erkennt man, dass durch dieses Netz elektrischer Interurbanlinien ganz hervorragende Verkehrsverbesserungen und Erleichterungen für das Publikum geschaffen worden sind. Die zweckmässige Ausnützung der mehrerwähnten Vorteile dieser Art elektrischen Betriebes, nicht zu vergessen der viel billigeren Taxen als bei den Dampfbahnen, wie sie die einfachen Einrichtungen ermöglichen, hat nach allgemeinem Urteil den Verkehr zwischen Stadt und Land im Staate Indiana gewaltig gehoben. Die Rentabilität der Unternehmungen weist ferner nicht nur die entsprechende Hebung des Verkehrs, sondern auch das Bedürfnis dafür aus.

## The Indianapolis & Cincinnati Traction Co.

*Interurbanlinien. Teils Wechselstrom, teils Gleichstrom; Trolley.*

Zu dieser Unternehmung gehört zunächst die Linie:

### *Indianapolis Shelbyville.*

*Interurbanlinie; Gleichstromtrolley.*

#### Allgemeine Verhältnisse und Eigenart.

Die Linie ist ähnlich gebaut wie die bereits beschriebenen Gleichstromlinien der Indiana Union Traction Co. Sie ist rund 47 km lang und verkehrt mit einzelnen Wagen, zumeist für Personenverkehr, aus dem Zentralbahnhof der elektrischen Bahnen von Indianapolis; sie befährt die Strassen dieser Stadt eben-

falls auf den Linien der Indianapolis Terminal & Traction Co. gegen Entschädigung an diese. In technischer Beziehung kann über ihren Erfolg dasselbe gesagt werden, wie bei den beschriebenen Linien.

Für uns von grösserem Interesse war die nachfolgende, ebenfalls dieser Unternehmung gehörende Linie:

# Indianapolis-Rushville-Cincinnati.

*Interurbanlinie mit Hochspannungs-Einphasenstrom; auf Stadtgebiet Niederspannungsgleichstrom mit Trolley.*

## A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Die Linie soll Indianapolis mit der wesentlich grösseren Stadt Cincinnati über rund 200 km Strecke zweigeleisig für Schnellverkehr verbinden. Die Strecke bis Rushville, ungefähr 64 km, war zur Zeit unseres Besuchs im Betrieb, die von dort nach Cincinnati im Bau. Die Unternehmung macht mehreren, diese Städte verbindenden Dampfbahnen Konkurrenz, besonders einer derselben, die so ziemlich denselben Weg über Hamilton verfolgt. Die weit häufigere Verkehrsgelegenheit und die Möglichkeit der Passagieraufnahme auch innerhalb der Städte und wo nötig auf vielen Halten, verbunden mit nachfolgender rascher Beschleunigung, sollen vor allem den Personenverkehr auf die neue elektrische Bahn überlenken. Es sind schwere, durchgehende Schnellzüge vorgesehen, jedoch auch schwerer Güterverkehr für später in Aussicht genommen, ferner Expressgut- und Postbeförderung. Dementsprechend ist der eigene Bahnkörper und sind Über- und Unterführungen, Brücken u. s. w. gebaut.

Über die 64 km bis Rushville wurden im Besuchsjahr täglich 19 Züge in jeder Richtung befördert, wovon je 2 Schnellzüge mit bis 88 km maximaler und za. 48 km kommerzieller Geschwindigkeit. Diese Strecke berührt zunächst nur kleinere Orte, und die Züge hatten daher vorläufig meist nur einen Wagen. Die Wagen sind aber mit dem Vielfachsteuerungssystem ausgerüstet und es werden nach Weiterführung der Linie dann jene grösseren Züge, aus Motorwagen und Anhängewagen gemischt, geführt werden, darunter Schnellzüge mit bis 100 km per Stunde Maximalgeschwindigkeit, sodass die 198 km von Indianapolis nach Cincinnati in drei Stunden, mit kommerzieller Geschwindigkeit von 66 km/h, zurückgelegt werden.

Das Bemerkenswerteste ist der, auf der ganzen eigenen Strecke ausserhalb der Stadt bestehende Betrieb mit Einphasenstrom von 3300 V am Fahrdraht (unter Energieübertragung auf Transformatorenstationen mit 10 facher Spannung), wobei dieselben Wagen unter Verwendung derselben Motoren mit Reihenschluss mit 500 V Gleichstrom durch die Stadt fahren.

Die ganze Anlage dieses Wechselstrombetriebs, mit Inbegriff des Kraftwerkes ist neu und seit Anfang 1905 in Betrieb.

## B. Bauliche Anordnung und Ausdehnung der Anlage.

### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

*Spurweite:* Normal.

*Länge:* Baulänge gegenwärtig bis Rushville 64 km, später bis Cincinnati 198 km auf eigenem Geleise. Dazu za. 2 ½ km auf dem Stadtgeleise vom

Zentralbahnhof Indianapolis aus. Vorläufig mit Ausnahme von 16 km eingeleisige, nach Fertigstellung durchgängig zweigeleisige Anlage.

*Stationen:* Obligatorische Stationen finden sich gegenwärtig bis Rushville 9, sodass diese auf mittlere Distanz von za. 7,4 km liegen.

*Steigungen:* Um dem durchgehenden Fernschnellverkehr gerecht werden zu können, sind im Gegensatz zu der Grosszahl der elektrischen Interurbanlinien Nordamerikas hier ziemlich viele Kunstbauten zur Vermeidung grösserer Steigungen ausgeführt worden (Dämme, Einschnitte, Brücken u. s. w.). Daher im allgemeinen sehr wenige Steigungen; die gegenwärtig höchste hat 15—17 ‰ bei nur 400 m Länge; später wird eine ganz kurze von 40 ‰ hinzukommen.

Scharfe *Krümmungen* sind aus demselben Grunde ebenfalls möglichst vermieden; die Landverhältnisse gestatten ausserordentlich lange gerade Strecken.

*Unterbau:* In den grösseren Städten hat die Bahn die Konzessionen („franchises") zur Benützung der Strassen für 50 Jahre erworben, in Indianapolis das Recht der Benützung der Strassenbahngeleise der Ind. Term. & Tr. Co.; ausserhalb der Städte aber und in den kleineren Ortschaften besitzt sie durchwegs eigenen Bahnkörper („private right of way"), in ebenem Gelände von normal rund 20 m Breite, mit entsprechender Verbreiterung da wo Einschnitte oder Böschungen nötig sind. Landstrassen und andere Bahnen durchweg unterführt oder überführt: keine Niveaukreuzungen. Der Bahnkörper ist eingehegt mit der üblichen Drahtnetzeinfriedigung. Es handelt sich dabei meist um Abschluss gegen Weide und Farmland überhaupt, und bei Erwerbung des „right of way" wurde mit den Anstössern das eigentümliche Abkommen getroffen, dass die Anstösser diese Einfriedigungen zu unterhalten und das Schliessen von privaten Durchgangsöffnungen zu besorgen haben. Wo ein solches Abkommen nicht möglich war, besteht die Einzäunung aus Stacheldraht.

Der *eigentliche Unterbau* ist für Doppelgeleise erstellt; obere Breite 8.52 m. Böschungen der Dämme $1^1/_2 : 1$. Der Unterbau ist im flachen Lande möglichst hoch gelegt, um die Gefahr der Anhäufung von Schnee durch Windwehen zu vermeiden, die bei den dortigen schneereichen Wintern gross ist.

Die *Brücken* sollen für Belastung mit schwersten Wagen von bis 100 t Einzelgewicht (auf 2 Drehgestellen mit 4 Achsen ruhend, siehe Rollmaterial) berechnet sein.

Der Ballast besteht nach amerikanischer Gewohnheit aus rundem Kies, mit Sand vermischt, Schotter wie er unmittelbar aus einer erworbenen Kiesgrube kommt, ist aber für dortige Anschauungen verhältnismässig gut und reichlich, 20 cm hoch unter den Schwellen und bis auf die Höhe der Schwellen gelagert. In den Strassen des Städtchens Rushville, die nicht gepflästert sind, ist unter dem Ballast eine 20 cm dicke Lage von Bruchsteinen gelegt.

Schwellen zumeist beste in Amerika gebräuchliche: aus *Eichenholz*; zu einem kleinen Teil aus Kastanienholz, auf den Brücken aus Gelbkiefer, welchem Holz man besonders lange Dauer zuspricht. Masse der Schwellen: 244×20×15 cm; pro km 1480 Schwellen, also mittlere Entfernung 67.5 cm.

*Oberbau:* Die Schienen auf dem eigenen Bahnkörper, Vignol-Profil, wiegen 34.8 kg/m, sind 18.3 m lang und mit einfachen Laschen zu 4 Bolzen verbunden.

*Stationsgebäude:* Auf der Überlandstrecke kleine, einseitig offene Holzhäuschen von der Grösse unserer älteren Wärterhäuschen, mit Bretterperron und Bänken; auch in den berührten Provinzstädtchen sind keine wesentlich grösseren Bequemlichkeiten für die Fahrgäste vorhanden.

*Signale und Sicherheitsvorkehren auf der Strecke* beschränkt, wie bei ähnlichen Interurbanlinien schon beschrieben. Der Wegfall von Niveaukreuzungen mit Landstrassen und Bahnen macht besondere Sicherungen hiefür unnötig. Blocksystem ist keines vorhanden. Dagegen ist, ähnlich wie bei der Indiana Union Tr. Co., für die Möglichkeit eines *beinahe kontinuierlichen Telephonverkehrs des Wagenführers mit dem Train dispatcher* gesorgt: An den allgemeinen Masten sind alle 600 m regendichte Kasten mit Verbindung nach der Telephonleitung (siehe die Skizze unten auf Tafel 5), die am Gestänge zum Dispatcher führt, angebracht, und es enthält jeder Motorwagen einen Telephonapparat, der dort mittels Leitungsschnur auf die Leitung gestöpselt werden kann. Dieses System scheint sich bewährt zu haben, ist ohne Zweifel sehr praktisch und kann offenbar manche Betriebsstörungen verhüten oder zu deren rascher Behebung helfen.

## 2. Elektrische Einrichtungen.

*Das System im allgemeinen.* In einem Dampfkraftwerke wird unter Auftransformierung Hochspannungswechselstrom von 25 Perioden und 33000 Volt Spannung erzeugt und als Einphasenstrom an Transformatorenstationen längs der Linie übertragen, von diesen aus mit 3300 Volt am Oberleitungsfahrdraht unter Rückleitung durch die Schiene den Fahrzeugen zugeführt, darin mit regulierbarem Transformator auf za. 250 V umgesetzt und in Serienmotoren verwendet. Die gleichen Serienmotoren werden auf der städtischen Strassenbahn in Indianapolis nach Abschaltung des Transformators direkt unter 550 V Gleichstrom verwendet.

*Das Kraftwerk* ist für die ganze, 200 km lange Linie bemessen. Es befindet sich in Rushville, also etwa 65 km vom einen, und 135 km vom andern Ende der Linie. Der Lokalverkehr Indianapolis-Rushville wird offenbar auch für die Zukunft als ein Hauptfaktor angesehen, sodass die Station nicht in der Mitte, aber nicht weit vom Schwerpunkt des Strombedarfs sein wird. Speise- und Kondensationswasser werden aus einem vorbeifliessenden Mühlenbach entnommen. Die Station liegt am Geleise der eigenen und einer bedeutenden Dampfbahn (der Cincinnati, Hamilton & Dayton Ry.), auf welcher event. die Kohle aus der Ferne direkt zugeführt werden kann. Gegenwärtig wird, wie in vielen Dampfwerken dieser Gegend und in Pennsylvanien, mit *Naturgas* gefeuert, das in der Nähe reichlich vorhanden.

*Das Gebäude* ist in allen Teilen feuersicher aus eisernem Rahmenwerk, Backstein und Beton erbaut, Holz so viel als möglich vermieden. Der Bau hat gegenwärtig 35 × 40 m Grundfläche, ist jedoch für Verlängerung um za. 60 m vorgesehen. Ein Längsschiff enthält die einstöckige Kesselanlage, über welcher die Speicher für Kohlen und alle Einrichtungen für selbsttätige Beschickung vorgesehen, bisher zufolge Verwendung von Gasfeuerung aber nicht angebracht sind. Ein paralleles Schiff mit Laufkran über die ganze Breite und Länge enthält die Dampfmaschinen, Generatoren und Auftransformatoren, im Souterrain die Hülfsmaschinen und die Druckluftkammer für die Transformatorenkühlung, sodann die Hochspannungsschaltanlagen teils hier, teils auf einer Längsgalerie in gemauerten, feuersicheren Zellen für die einzelnen Apparate. Die Kesselanlage umfasst vorläufig 3 Babcock- & Wilcox-Wasserröhrenkessel, jeder „für 350 HP normal“, mit Überhitzer; doch werden im jetzigen Raum deren 8 aufgestellt werden. Schornstein vorerst einer, 55 m hoch, mit 3,35 m kleinstem innerem

Durchmesser, aus Blech mit feuerfester Backsteinfütterung, genügend für die erwähnten 8 Kessel.

*Dampfmaschinen* zunächst 2 horizontale Corliss-Verbund, von zusammen $2 \times 750$ HP normaler Leistung bei 94 U/M, direkt gekuppelt mit *Drehstromgeneratoren* von je 500 KW normaler Leistung. Für die erste Erweiterung ist geplant die Aufstellung von 2 Dampfturbogeneratoren von je 1000 KW normaler Drehstromleistung.

Da sämtliche Maschinen für 50 % Überlastung eingerichtet sind, beträgt gegenwärtig die Gesamtleistung des Werkes normal 1000 KW, maximal 1500 KW, und nach der bereits vorgesehenen ersten Erweiterung normal 3000 KW, maximal 4500 KW. Für die *Erregung* sind zwei Maschinen von je 50 KW Leistung vorhanden, die eine in direkter Kuppelung durch eine besondere Dampfmaschine getrieben, die andere durch einen Asynchronmotor vom erzeugten Strome selbst.

Ein *Eigentümliches dieser Anlage* besteht darin, dass die Generatoren *Drehstrom* erzeugen, dieser bei der Auftransformierung durch Scott'sche Schaltung in *Zweiphasenstrom* umgesetzt, und sodann mit einzelnen Phasen verschiedenen Transformatorenstationen als Einphasenstrom zugeführt wird. Die Scott'sche Schaltung ist in Amerika ziemlich viel verwendet, doch mehr im umgekehrten Sinne: Erzeugung von Zweiphasenstrom in Generatoren, und Fernübertragung unter Spannungserhöhung als Drehstrom, zum Zwecke der Leitungsersparnis. (So zum Beispiel von den Niagarafällen aus). An der Verwendungsstelle findet dabei gelegentlich wieder Umwandlung in Zweiphasenstrom statt. Für das hier geübte Verfahren scheint der Grund darin zu liegen, dass zuerst nicht Einphasenstrom in Aussicht genommen war, während es für die sowieso nötige Auftransformierung nicht viel ausmachte, wenn man dabei gleichzeitig auf zwei Phasen für bequemere Verteilung von einphasigem Strom überging.

Die *Generatoren* geben Drehstrom von 25 Perioden bei 2300 V, die Transformatoren Zweiphasenstrom von 33 000 V. Solche *Transformatoren* sind im Kraftwerk 4 à 250 KW, entsprechend der gegenwärtigen Maschinenleistung, vorhanden. Ausführung in der landläufigen Konstruktion mit Luftkühlung von unten, wobei die Pressluftkammer des Souterrains gleichzeitig alle Klemmen und Leitungen aufnimmt; sie wird hier durch 2, ab Generatoren mit Drehstrom gespeiste Motoren und damit gekuppelte Ventilatoren mit Luft versehen. Die Transformatoren sollen ebenfalls 2 Stunden lang 40, maximal 50 % Überlastung ertragen und bei Vollast 97, bei Halblast noch 96 % Wirkungsgrad haben.

Die *schematische Anordnung und Schaltanlage* ist sehr einfach. Jeder Generator bildet mit seinem Transformatorensatz eine untrennbare Gruppe ohne Zwischeninstrumente. Im Zweiphasenstrom der Oberspannung sind die Transformatoren parallel geschaltet, und zwar vermittels selbsttätiger Ölschalter für 33 000 V. Von den Zweiphasen-Sammelschienen dieser Spannung gehen gegenwärtig 5 einphasige Speiseleitungen ab, mittels Ölschaltern, die bei Überlastung selbsttätig ausschalten. Diese Schalter bedienen jeder mit einer besonderen Fernleitung eine und nur eine Transformatorenstation. In den Transformatorenstationen sind weder Sicherungen noch selbsttätige Schalter angebracht; die gesamte Überwachung und Kontrolle derselben ist damit in das Kraftwerk verlegt. Dieses Prinzip, das in vielen amerikanischen Zentralanlagen für Energieverteilung zu allen Zwecken angewendet wird, gestattet sehr rasche Auffindung von Fehlerorten, worauf man in Amerika für den Betrieb ein Hauptgewicht legt, grösseres als auf die mehrfache Speisung von Abgabepunkten und als auf die Ausnützung des Kupfers. Die Erfahrung scheint die Richtigkeit dieses Prinzips zu bestätigen.

Jede *Transformatorenstation* bedient einen, von den anderen abgetrennten Sektor des Fahrdrahts mit 3300 V, für welchen somit der selbsttätige Maximalschalter des Kraftwerks in der Oberspannung von 33 000 V gleichzeitig als Überlastungsschalter dient. In der Fahrdrahtspannung sind nämlich auch keine besonderen Speiseleitungen mehr vorhanden, sondern die Speisung des Fahrdrahtes geschieht nur bei jeder Transformatorenstation durch eine einzige Verbindung ohne Schmelzsicherung oder andern Überlastungsapparat. Die ganze Anordnung bietet Sicherheit durch ihre Einfachheit und Übersichtlichkeit.

Eine aussergewöhnliche Transformatorenstation mit 1 Transformator à 300 KW und einer Sekundärspannung von nur 500 V befindet sich in der Kraftstation selber: Sie dient der Bedienung des Fahrdrahtes im Gebiete des Städtchens Rushville. Der Betrieb geschieht hier einstweilen mit diesem Niederspannungs-Wechselstrom, soll jedoch nach Durchführung der Linie bis Cincinnati wahrscheinlich auch mit 3300 V gestattet werden.

Die erste Transformatorenstation für den Fahrdraht mit 3300 V, mit 1 Transformator à 300 KW, ist ebenfalls in der Kraftstation untergebracht.

Im allgemeinen enthalten die Transformatorenstationen je 2 Einphasentransformatoren von je 300 KW, nebst Platz für einen dritten, im Parterre der Station; im Obergeschoss befinden sich Blitzschutzapparate von der bekannten Westinghouseschen Konstruktion (Vielfach-Funkenstrecke), sowie Hochspannungsschalter für Handbetätigung in Notfällen. Die Gebäude sind in Backstein, Beton und Eisen feuersicher erstellt, mit flachem Betondach, Grundfläche 6 $^1/_2$ auf 7 m.

Die Transformatoren haben natürliche Ölkühlung, um möglichst wenig Aufsicht und keine Bedienung zu erfordern.

Wir besichtigten die Station in Reedville, welche das Bild No. 46 darstellt. Wie man sieht, ist die Zu- und Abfuhr der 33 000 V-Drähte zu und von der Transformatorenstation mit Hülfe eines sehr primitiven Holzgestänges in deren Nähe ausgeführt. Die Transformatorenstationen sind gleichzeitig in gewissem Sinne *Schaltstationen* für den Fall von Störungen in den 33 000 V Freileitungen: In die Station hinein führen im Oberstock die zwei Drähte der zu ihr gehörenden, vom Kraftwerk herkommenden Oberspannungsleitung, dann aber auch die Drähtepaare derjenigen Leitungen, welche zu den weiterabliegenden Transformatorenstationen führen. Diese laufen jedoch im allgemeinen nur mittels Verbindungsschaltern durch die Station hindurch; in Störungsfällen kann aber eine beschädigte Strecke der Oberspannungsleitung abgeschaltet und ausnahmsweise mit den gesunden anderer Stationen verbunden, durch diese ersetzt werden.

*Entfernung der Transformatorenstationen voneinander.* Auf den 64 km gespeister Strecke von Rushville bis an die Stadtgrenze von Indianapolis sind ausser der Station in Rushville selbst noch drei weitere plaziert, sodass ihre mittlere Entfernung za. 16 km beträgt. Auch für die Erweiterung sind 16 bis 19 km als Distanz der Transformatoren vorgesehen.

*Elektrische Leitungen längs der Linie. — Die Übertragungsleitungen* zu den Transformatorenstationen mit 33 000 V sind auf besonderem Gestänge, am Rande des „right of way“, nahe der das Bahnterrain abgrenzenden Umzäunung, geführt. Die Masten stehen 8,20 m seitlich der Mitte des (eingeleisigen) Bahnkörpers (Mitte zwischen beiden zukünftigen Geleisen). Da gegenwärtig vom Kraftwerk aus nach einer Seite 3 Transformatorenstationen zu bedienen sind, finden sich bis zu 3 Leitungen zu 2 Drähten auf dem Mast, wie landesüblich die Isolatoren auf Holztraversen befestigt. Diese Drähte haben alle 25 mm² Kupferquerschnitt, und die beiden einer Schleife 91 cm Abstand voneinander. Gute Porzellan-Isolatoren

moderner Form wie jetzt bei uns üblich, auf Eisenbolzen mit Holzgewinde in der Traverse. Die Figur 1 links auf Tafel 12 stellt dieses Stangenbild dar. Auch im Bilde 45 ist diese Leitung, mit 3 × 2 Drähten, ersichtlich. Die Masten, aus „Weisszeder"-Holz, das ohne Imprägnierung sehr lange hält, sind 10,7 m lang, 1,8 m tief im Boden und haben 18 cm Durchmesser am oberen Ende.

*Der Fahrdraht* ist Hartkupfer-Profildraht mit derart hoch sitzender kleiner Längsrille zur Befestigung, dass der Querschnitt wenig vom Kreise abweicht. Diese Form fanden wir auch anderwärts drüben vielfach verwendet; sie ist aus Fig. 2, Tafel 12 ersichtlich; der Draht hat za. 80 mm² Querschnitt. Er ist 5,5 m über Schienenoberkante in Geleisemitte mittels Vielfachaufhängung möglichst horizontal verlaufend aufgehängt. Der darüber befindliche, die Kettenlinienaufhängung bildende Stahldraht hat 11,1 mm Durchmesser, verstärkt also den Kupferquerschnitt des Fahrdrahtes für die Leitfähigkeit auf rund 95 mm². Die, mit Rücksicht auf die grosse Trolleygeschwindigkeit und notwendige Isolation für hohe Spannung gewählte Vielfachaufhängung ist in Anlehnung an die weiter hinten beschriebene Westinghousesche ausgeführt, jedoch dadurch vereinfacht, dass nur *zwei* verschiedene Längen der vertikalen Aufhänger, von za. 20 und 25 cm Länge (8" und 10") verwendet sind. Dieselben sind, bei einem Abstand von rund 30 m der Aufhängepunkte des Stahltragdrahtes selbst, in rund 3 m Abstand angebracht, sodass für jede Spannweite der Kettenlinie 4 längere und 5 kürzere Aufhänger nötig sind, wie Fig. 5 Tafel 12 zeigt. Die Abweichung des Fahrdrahtes von der Horizontalen ist dabei ganz unbedeutend. Um nicht allzulange Aufhänger zu erhalten und der Aufhängung eine gewisse Stabilität zu sichern, ist der Tragdraht selbst über verhältnismässig sehr niedrige, flache Porzellan-Isolatoren mit breitem Tropfkragen aufgehängt (siehe die Skizze Fig. 3 auf Tafel 12), welche ihrerseits ziemlich dicht auf den Winkeleisen sitzen, von denen sie getragen werden. Diese Winkeleisen bilden horizontale Ausleger an den Masten, und besitzen behufs Freilassung des untern Profils für einen breiteren Stromabnehmer keine Stütze von unten, sondern sind mit Stahldrähten schief nach oben an den Mast aufgehängt. Die Winkeleisen bilden auch einen gewissen Schutz für den Isolator gegen das Anschlagen eines bei Drahtbruch oder dgl. nach oben schlagenden Abnehmerbügels; sie sind am äusseren Ende zu einer Schleife umgebogen, in deren Schlitz der Isolatorbolzen quer zum Geleise verschoben werden kann behufs genauer Einstellung.

Um keine Einkerbung des zur Stromabnahme verwendeten Bügels durch den Fahrdraht aufkommen zu lassen, ist die ganze Fahrdrahtaufhängung wie üblich leicht im Zickzack geführt, nämlich jeweilen auf 10 Stangen Entfernung, d. h. auf 300 m, von za. 125 mm links der Geleiseachse nach 125 mm rechts der Geleiseachse, wie aus Fig. 6 auf Tafel 12 zu entnehmen. Die Konstruktion der Ausleger und Masten ist aus den Figuren 1 und 4 auf Tafel 12, sowie den Bildern 42—45 und 75 ersichtlich. Bild 42 stellt speziell die normale zweigeleisige Ausführung in der Geraden dar, Bild 43 die vorläufig eingeleisige Ausführung mit Auslegern.

In den Kurven, auf welche sich der Aufriss der Fig. 1 Tafel 12 besonders bezieht, ist die seitliche Absteifung des Fahrdrahtes erzielt durch einen unter dem Winkelausleger liegenden Eisenstab, der zur Befreiung des Profils überall so viel wie möglich in die Höhe gebogen ist, mit seinem äusseren Ende den Fahrdraht in der Rille umklammert, und am innern um eine vertikale Achse auf einem grossen Rillenisolator drehbar ist, um den Längszug des Fahrdrahtes

sich ausgleichen zu lassen. Auch in den Bildern 44 und 75 sind diese Abspannungen in der Kurve einer Ausweichstelle zu erkennen.

Die Ausleger für die Fahrleitung sind ebenfalls an Holzmasten aus nicht imprägnierter „Weisszeder“ befestigt; diese Masten sind 12.2 m hoch, ebenfalls 1.80 m eingerammt und am oberen Ende noch 18 cm stark; auch sie stehen, wie die der Übertragungsleitung, in der Geraden auf za. 30 m Entfernung. Sie sind in die Mittellinie des zukünftigen zweigeleisigen Bahnkörpers gesetzt, und tragen, wo die Linie schon zweigeleisig ist, Ausleger links und rechts wie in Figur 4 auf Tafel 12. Wo die Linie erst eingeleisig, fällt der eine Ausleger weg, so wie die Gesamtdisposition Figur 1 auf derselben Tafel zeigt.

*Die Telephonleitungen* für den Dienst der Bahn selbst sind, wie aus allen vorhin erwähnten Zeichnungen und photographischen Bildern ersichtlich, auf denselben Masten wie die 3300 V Fahrdrahtleitung geführt. Es sind 2 Schleifenleitungen, deren 4 Drähte in derselben Horizontalebene, mit za. 30 cm Abstand innerhalb einer Schleife und za. 40 cm Abstand zwischen den beiden Schleifen angeordnet sind, sämtliche 4.6 m über dem Fahrdraht und mit ihrer Mitte 2.20 m seitlich von dessen Vertikalebene, während der Fahrdraht selbst, wie bereits bemerkt, 5.50 m über der Mitte der „Rückleitung“ desselben Einphasenstroms — Geleiseachse in Höhe der Schienen — liegt. Es ist also bei relativ grosser Nähe eine verhältnismässig bedeutende Asymmetrie der Lage der Schleifenleitungen zur Einphasenleitung vorhanden. Die Bronzetelephondrähte sind auf recht kleinen, einfachen Porzellanglocken (Skizze bei Figur 1 auf Tafel 12), die jedoch mit 10000 V probiert worden sein sollen, montiert; dazu sind sie in jeder Schleife alle 150 m gekreuzt. Nicht zu vergessen ist dabei, dass die 1 bis 3 Einphasenübertragungsleitungen mit 33000 V (ohne Kreuzungen) ebenfalls noch in der Nähe parallel geführt sind, nämlich auf eine Mastendistanz von 8.2 m, wobei die Höhenlage dieser verschiedenen Leitungen je nach Anzahl und Terrain wechselt von vielleicht ½ bis 1½ m unter der Höhe der Telephondrähte, bei 91 cm Entfernung der beiden Drähte der Schleifen des 33000 V-Einphasenstroms.

Die beiden Telephonlinien laufen gegenwärtig rund 50 km lang den Übertragungsleitungen mit 33000 V, und gleichzeitig über 60 km weit der unsymmetrischen Fahrdrahtleitung mit 3300 V parallel. Da es sich um Betrieb mit Kollektormotoren mit Nutenankern handelt, bei denen unter Umständen auch Oberschwingungen auf das Telephon einwirken konnten, haben wir beim Besuche auch persönlich diese Telephonleitungen benützt, und uns durch längere Probe überzeugen können, dass die telephonische Übertragung ausgezeichnet funktioniert, eine praktisch völlig ungestörte ist. Sie ist viel weniger gestört als beinahe alle Verbindungen unserer Städte durch die gewöhnliche Gleichstrom-Strassenbahn, oder bei unseren Überlandverbindungen durch das lästige Mitsprechen. Es brauchte schon eine ganz besondere Aufmerksamkeit und das Ohr des Elektrikers, um den Fahrstrom überhaupt, sehr leise zu vernehmen. (Das Wetter war beim Besuche schön, wolkenlos.) Von Ladungseffekten soll keine Belästigung bemerkbar geworden sein.

Erkundigungen sowohl bei den Elektrikern einer benachbarten Bahn als bei den Elektrikern und Betriebsleuten der Bahn selber ergaben, dass anfänglich allerdings gelegentlich Störungen vorgekommen seien, jedoch hauptsächlich durch schlechte Isolatoren an der Fahrdrahtleitung und besonders bei schlechtem Wetter, also durch Ableitung, nicht Induktion; seit entsprechender Auswechslung habe man gar keine Störungen mehr, auch nicht bei schlechtem Wetter. Es ist übrigens ganz undenkbar, dass diese Telephonverbindung je wesentlich er-

schwert sei, denn während die eine derselben dem allgemeinen Dienst der Bahn und als Reserve für die zweite dient, ist diese dem Train dispatcher reserviert und ist das einzige Kommunikationsmittel durch welches der ganze Zugsdienst gelenkt wird, der recht bedeutend ist und stets zuverlässig und gut betrieben wird.

Die Anlage hat für uns den sicheren Beweis erbracht, dass auch bei Verwendung von Einphasenstrom mit Kollektor-Motoren mit Nuten benachbarte Telephonverbindungen praktisch störungslos und betriebssicher gehalten werden können, ja sogar solche am gleichen Gestänge für den Bahndienst selbst.

*Die Leitungsanordnung bei den Übergängen von Gleichstrom auf Wechselstrom* ist für den Fall zweigeleisiger Linie durch die Zeichnung Fig. 4 auf Tafel 12 im Querschnitt erläutert: Auf der Gleichstromstrecke ist der Fahrdraht za. 5 m über Schienen über Mitte Geleise befestigt, mit einfacher Isolation durch Hängeisolatoren, die ihrerseits an quer gespanntem Stahldrahte zwischen beidseitigen Holzmasten hängen. (Die Holzmasten tragen stellenweise noch Telephon- oder Gleichstromspeiseleitungen und sind anstatt verankert schief auswärts gestellt.) Als Verlängerung dieses Gleichstromfahrdrahts findet sich dann die bereits beschriebene Kettenlinien-Aufhängung, zweigeleisig an je 2 Auslegern einer Mittelreihe von Masten. Eine Übergangsstrecke des durch Vielfachaufhängung getragenen Fahrdrahts ist mechanisch mittels hängender Streckenisolatoren (mit Übertragung des Drahtzugs) einerseits an den Fahrdraht der Gleichstromstrecke, anderseits an den der Wechselstromstrecke befestigt. Das Schema der Längsentwicklung zeigt Figur 5 derselben Tafel. Die Übergangsstrecke ist im allgemeinen stromlos, kann aber durch Schalter an Gleichstrom oder Wechselstrom angeschlossen werden. Sie ist etwa 30 m lang und ebenfalls mit Kettenlinienaufhängung und Isolation für 3300 V Wechselstrom gebaut, wie die angrenzende, mit dieser Spannung geladene Strecke. Auf dem photographischen Bilde 45 ist die analog ausgebildete Übergangsstelle von zweigeleisiger Niederspannungsstrecke auf eingeleisige Hochspannungsstrecke ersichtlich. Die zwei grösseren, an Masten befestigten weissen Holzkasten, die in diesem Bilde sichtbar sind, enthalten die Schalter zum allfälligen Anschluss der Zwischenstrecke, wobei die Betätigung der Schalter Signale bewegt, die z. T. in der Photographie erkennbar sind.

Die bezüglichen Manipulationen besprechen wir unter „Betrieb".

*Die Leitungen im Gebiete der Städte* zeigen als Besonderheiten: Die Masten sind sämtlich in Beton versetzt und aus besonders schön gewachsener „Idaho-Zeder", mit der Ziehklinge gerundet und weiss gestrichen; Eisenmasten finden sich nirgends. Wo nur Querdrähte für Niederspannung und keine Speiseleitungen zu tragen sind, sind die Masten bloss 9.1 m lang. Doch werden, wo dies technisch bequem ist, auch innerhalb der kleinern Städte die 33000 V-Übertragungsleitung, die Niederspannungsspeiseleitung und Niederspannungsfahrleitung als Freileitungen mit Verwendung derselben Gestänge, und z. T. in scharfen Krümmungen geführt, wie aus der Photographie 77 ersichtlich ist, welche die Hauptstrassenkreuzung in Rushville mit dem Gebäude der Betriebsleitung darstellt. Es ist dort auch ersichtlich, wie die Hochspannungsdrähte der städtischen Bogenlichtbeleuchtung, Hoch- und Niederspannungsdrähte für Privatbeleuchtung sowie Schwachstromdrähte an dieser Stelle die Bahnkontaktdrähte ohne weitere Massregeln kreuzen.

*Schienenverbinder:* Kupferbunde von ungefähr 90 $mm^2$ ungeteiltem Querschnitt, eingepresst und durch die Laschen verdeckt und geschützt, bei jedem Schienenstoss; alle 800 m starke Querverbindungen beider Schienen-

stränge; bei allen Kunstbauten Kupferdrähte parallel den Schienen als besondere Rückleitung.

### 3. Rollmaterial.

*Anzahl.* Für den gegenwärtigen Verkehr bis Rushville sind einstweilen ausser Arbeitsfahrzeugen und 2 Expressgut-Motorwagen vorhanden: 10 Personenmotorwagen.

*Personenmotorwagen.* Sie zeigen i. allg. die mehrfach beschriebene landesübliche Konstruktion, in einer verhältnismässig schweren und sehr starken Ausführung mit 4 Achsen auf 2 Drehgestellen. Die Plattformen vollständig geschlossen. Der ganze Bau ist aus der photographischen Abbildung 75 ersichtlich. Auch im Bilde 77 ist ein solcher Wagen zu sehen.

Die Drehgestelle sind ein Normaltypus der Baldwin Lokomotive Works. Abstand der Drehzapfen = 9.11 m, Radstand der Drehgestelle 1.95 m. Durchmesser der Räder 912 mm, der Achsen 152 mm, der Achsschenkel 126 mm bei 225 mm Länge. Die Drehgestelle sollen 530 kg schwer sein ohne Motoren und Getriebe. Die Abmessungen für die Drehgestelle wurden z. T. bestimmt durch die Notwendigkeit, in der Stadt Indianapolis einige Kurven von 12 m Radius zu befahren. Im photographischen Bild 95 ist, leider in schlechter Beleuchtung, ein Drehgestell mit eingebauten Motoren sichtbar. Gewicht der leichteren Wagen mit 4 Motoren von 75 HP: leer = 39 t, belastet wie es maximal vorkommt 46 t. Länge der Wagen über alles = 16.76 m.

Das vordere Ende des Wagens bildet eine 3 m lange Abteilung für Gepäck und den Führerstand. Sie ist durch zwei seitliche Schiebtüren geschlossen, die jedoch keine für Fahrgäste bestimmten Aufstiege haben. Wände ringsum mit grossen Fenstern; Schiebtüre nach den rückwärtigen Personenabteilen. Die Anordnung dieser Gepäck- und Führerabteilung ist durch die Skizze links auf Tafel 21 ungefähr dargestellt. Der Gepäckraum kann auch für Personen (Stehplätze und Klappsitze) gebraucht werden; Lattenverschläge schützen Fenster und Türen gegen das Gepäck, und eine starke Barrière aus Gasrohr ebenso den Führerstand.

Personenabteile mit den üblichen Quer-Zweiersitzen und Mittelgang, Umklapp-Rücklehnen (Photographie 76 zeigt das Innere); Abort mit Toilette in der Ecke links hinten; rechts hinten seitlich die normale Einsteigetüre mit eingezogener Treppe für die Fahrgäste. Mit Rücksicht auf die längeren Fahrten ist ein mittleres Personenabteil mit 16 Sitzplätzen fur Raucher eingerichtet, gegenüber landesüblichen Verhältnissen relativ gross. (In Stadt- und Strassenbahnen sind in Nordamerika oft gar keine, jedenfalls überall sehr wenige Plätze für Raucher gestattet). Das hintere Abteil für Nichtraucher hat 38 Sitzplätze. Die 54 Sitzplätze und der Stehraum werden übungsgemäss für eine Aufnahme von bis 100 Personen gerechnet.

Die Wagen sind innen sehr hübsch ausgestattet, mit möglichst glatten Flächen und Abrundungen ganz nach den Regeln des modernen amerikanischen Grosswagenbaues. Dachabdeckung aus Kupferblech mit Überzug.

*Elektrische Ausrüstungen.* Es sind zweierlei vorhanden: 8 der Wagen, zunächst für den Lokaldienst bestimmt, besitzen 4 Motoren zu je 75 HP Normalleistung für Maximalgeschwindigkeit von 72.5 km/h; 2 der Wagen für den zukünftigen Ferndienst (und so sollen auch die weiteren geliefert werden) haben 4 Motoren zu je 150 HP Normalleistung und für Maximalgeschwindigkeit von etwas über 120 km/h.

Die *Motoren*, wie die ganze elektrische Anlage von der Westinghouse Co., sind reine Serienmotoren.

Das lamellierte Feld besteht aus kreisringförmigen Blechen mit 4 ausgeprägten, nach innen vorspringenden Polen rechteckigen Querschnitts. Ein ungeteiltes, beinahe kreiszylindrisches Gehäuse aus Stahlguss umschliesst das Feld. Das Gehäuse hat stellenweise Fenster, bei denen das Blechpaket des Feldes zur Abkühlung direkt zu Tage tritt. Dies ist auf dem Bilde des Drehgestells (Nr. 95) zu erkennen, ebenso die zweiteiligen Lager auf der Triebachse für die gewöhnliche „Nasen-Aufhängung". Kreisrunde Schilde, welche die ganzen Seiten des Gehäuses einnehmen und die Ankerlager tragen, schliessen das Gehäuse und lassen nach ihrer Wegnahme die Anker in ihrer Längsrichtung herausnehmen. Eine grosse Klappe gestattet freien Zugang von oben zu den Kohlebürsten und ihren Trägern. Dazu kleinere Revisionsöffnungen an verschiedenen Stellen.

Die Haupt-Feldwicklung ist nicht verteilt und besteht aus gepressten Spulen aus Kupferband, welche die Polfortsätze umgeben. In Reihe damit ist eine Kompensationswicklung vorhanden, welche in Nuten der Pole bezw. des Feldes verteilt ist.

Im Bilde 96 ist das Feld eines normalen Westinghouse Einphasenmotors gleicher Art dargestellt, während die Abbildung 97 dessen Äusseres zeigt. Die Feldwicklung ist nach Herausnahme des Ankers gut zugänglich.

Der Anker ist mit reichlichen Ventilationsschichten und offenen Nuten gebildet. Die Wicklung besteht aus maschinengeformten gepressten Spulen aus flachem Kupferband; darüber sind die Nuten mit Hartfiberkeilen von schwalbenschwanzförmigem Querschnitt geschlossen. Die ganze mechanische Ausführung völlig analog den heute gebräuchlichen Gleichstromankern für Bahnmotoren.

Zwischen Ankerspulen und Kollektorsegmenten sind in den Nuten Neusilberstreifen als Widerstände eingeschaltet.

Die Motoren sind für Aufnahme von Wechselstrom von 250 V und 25 Perioden, und von Gleichstrom von 500 V gebaut.

Sie treiben mit einfacher Zahnradübersetzung gewöhnlicher Verhältnisse auf die Triebachsen. Bei den 75 HP Motoren beträgt das Zähneverhältnis 18:64; die minutliche Umdrehungszahl dieser Motoren geht daher maximal auf za. 1600. Zahnräder aus einem Stück, hydraulisch auf die Achsen gepresst.

Genauere Angaben über das zahlenmässige Verhalten der Motoren konnten wir hier keine erhalten. (Wir verweisen noch auf das weiterhin über die Versuchsbetriebe dieser Art in den Westinghouse-Werken gesagte.)

Die Anfahrbeschleunigung schien allerdings etwas geringer zu sein als bei den Gleichstrombahnen ähnlicher Motorenverhältnisse. Doch ist sie offenbar auch für die hohen Anforderungen dieser Bahnen praktisch vollauf genügend; schon die erreichten kommerziellen Geschwindigkeiten (siehe „Betrieb") beweisen dies.

Das Funktionieren der Kommutation das wir beobachteten, können wir nur als tadellos bezeichnen; es entsprach durchaus dem bei guten Gleichstrombetrieben erreichten.

*Schaltung.* Die Motoren sind bei normal 250 V am Einphasenstrom ständig alle 4 parallel geschaltet (sodass bei Defekten ohne weiteres auch mit dreien oder zweien gefahren werden könnte).

Ein einspuliger *Transformator* (Autotransformer) nimmt die 3300 V des Fahrdrahtes auf und gibt die Motorenspannung ab. Er ist als Manteltype gebaut und wird durch natürlichen Luftzug gekühlt, nimmt mitsamt dem Blechkasten unter dem Wagenboden, wo er aufgehängt ist, za. 1½ m Länge bei za. ½ × ½ m

Stirnflächen ein. Letztere sind als Öffnungen mit Drahtgitter ausgebildet, um während der Fahrt Luft durchzutreiben, wogegen das Eindringen von Schmutz und Wasser durch entsprechende Vorkehren verhütet werden soll. Seitlich tritt das Kerneisen behufs besserer Kühlung direkt zu Tage. In dem Wagenbilde 75 ist der Transformator sichtbar.

Die *Regulierung* der Fahrgeschwindigkeit bezw. Zugkraft geschieht durch Veränderung der Motorspannung, mittels stufenweiser Schaltung der Windungszahl am Autotransformator. Um den Strom dabei immer geschlossen zu halten ohne Kurzschliessung von Transformatorspulen, geschieht die Stromabnahme durch eine Drosselspule, in einer beim Motorwagen in den Westinghouse-Werken näher zu besprechenden Weise. Die Drosselspule ist ähnlich wie der Auto-Transformator gebaut und in gleicher Weise am Wagenboden aufgehängt.

Auf den Gleichstromstrecken ist die Regulierung die gewöhnliche, mittels Vorschaltwiderständen und Reihenparallelschaltung. Dazu sind Widerstände landläufiger Art (aus Zick-Zack-Platten von Grauguss) unter dem Wagenboden angebracht.

*Die Umschaltung beim Übergang von Gleichstrom auf Wechselstrom* oder umgekehrt muss bei den 8 zuerst gelieferten Wagen vom Wagenführer ausserhalb des Wagens (unter Anhalten) vorgenommen werden, bei den neueren Wagen vollzieht sie sich dagegen durch einen einzigen Griff im Führerstande selbst.

*Die Steuerung* geschieht indirekt; es ist die elektropneumatische Vielfachsteuerung nach Westinghouse, adaptiert auf Wechselstrom, die wir bereits beschrieben. Es sollen Züge aus beliebiger Zahl von Motorwagen von einem Mann gesteuert werden können. Die erwähnte ältere, kreisförmige Anordnung der „Kontaktoren" in einem einzigen Apparat ist hier auch nicht mehr zu sehen; die Stromschützen sind in einer Reihe nebeneinander seitlich unter dem Wagenboden leicht zugänglich angebracht.

Die ersten Wagen benützen als *Steuerstromquelle* noch eine Akkumulatorenbatterie von 7 Zellen, 14 V. Diese Batterien werden jeweilen in der Nacht in der Wagenremise in Rushville aufgeladen. Die Auslösemagnete für die, das Steuersystem betätigenden Luftdruckventile sind daher nur für Gleichstrom eingerichtet; es sind die normalen früher beschriebenen von Westinghouse. In den neueren Wagen sind dagegen diese Elektromagnete derart, dass sie mit Wechselstrom oder mit Gleichstrom arbeiten; sie werden entweder mit Wechselstrom ab Autotransformator oder mit Gleichstrom ab Fahrdraht gespeist.

Nach den Mitteilungen des Bahnpersonals hat sich die Vielfachsteuerung für diesen Wechselstrombetrieb bewährt, insbesondere sollen die Kontaktoren sehr gut funktionieren; niemals sollen solche zusammengebacken sein oder merklich gelitten haben. Es schien uns jedoch das Verlassen des Steuerstrombetriebes mit 14 V und der Übergang auf eine höhere Spannung, sowie eine bei den mitgemachten Fahrten vorgekommene Störung doch darauf hinzuweisen, dass jene Betriebsspannung zu klein ist, um bei beschmutzten Apparaten sicher zu wirken, was wir auch anderwärts bestätigt fanden. (Ein Motorwagen mit der älteren Ausrüstung, der uns auf Ausweiche kreuzte, konnte von dort an nicht mehr gesteuert werden. Die Sache schien zwar kein öfter auftretendes Vorkommnis, und wurde uns auch seitens der Bahnorgane als ganz aussergewöhnlich erklärt.)

*Stromabnehmer.* Jeder Wagen trägt je einen solchen für jedes Stromsystem: Gewöhnliches *Rollentrolley* für den Niederspannungsgleichstrom über der hinteren Wagenhälfte, und den *Gelenkbügel* von Westinghouse für den Hochspannungs-

wechselstrom am vorderen Ende. Ausser auf das Bild 75 verweisen wir auch auf die Abbildung 94. Der Bügel wird mit Luftdruck gehoben. (Siehe die Beschreibung dieses Bügels bei Besprechung des Einphasenbetriebs in den Westinghouse-Werken.) Die Erbauer begründen die Verwendung dieser sonst drüben bisher seltenen Stromabnehmerart weniger durch die grosse Geschwindigkeit, (die zu den grössten bisher für elektrische Traktion drüben angewandten gehört), sondern durch die sichere Abnahme grosser Leistungen, wie sie die zukünftige Bewegung sehr schwerer Güterzüge und von sehr rasch fahrenden Schnellzügen bei dieser Bahn erfordern wird.

Bei den mitgemachten Fahrten konnten wir, wenigstens bei Geschwindigkeiten bis zu 75 km/h, konstatieren, dass dieser Bügel sehr ruhig läuft, nicht hüpft, und dass dazu der, durch die angewendete Aufhängung bedingte, nicht völlig horizontale Verlauf des Fahrdrahtes vollständig genügt; auch seitliche Schwankungen des Fahrdrahts beobachteten wir nur sehr geringe.

*Bremsen* sind vorhanden: Eine Handbremse; die direkte Luftdruckbremse zur Verwendung bei Zügen aus einzelnen Wagen; die automatische Westinghousebremse für Führung zusammengesetzter Züge.

Die Druckluft für Bremsung, Betätigung der Stromschützen, Hebung des Bügels und für die Signalpfeife wird erzeugt durch einen unter dem Wagen angebrachten Luftkompressor, der in einen Hauptluftbehälter arbeitet und durch Elektromotor angetrieben wird. Bei den älteren Wagen sind dafür 2 Motoren vorhanden, einer für Gleichstrom 550 V und einer für Wechselstrom 100 V, der letztere gespeist von einer besonderen Anzapfung des Autotransformators. Die Wagen neuerer Konstruktion haben nur noch einen Seriemotor für den Kompressor, der ab Autotransformator mit höherer Wechselstrom-Spannung oder mit 500 V Gleichstrom bedient wird. Der Motor wird selbsttätig ein- und ausgeschaltet bei ungefähr 7.2 Atm. Luftdruck durch einen der drüben ganz allgemein mit Erfolg verwendeten Westinghouseschen elektropneumatischen Selbstschalter.

*Beleuchtung:* Elektrisch, mit 500 V Spannung, auf Gleichstromstrecke direkt ab Fahrdraht, auf Wechselstromstrecke von einer besonderen Klemme des Autotransformators aus.

*Heizung* mittels heissen Wassers, ausgehend von einem Kohlenofen, den der Wagenführer bedient, wieder: „weil billiger als elektrisch".

Eigentliche *Fänger* besitzen die Wagen (trotz Vorschrift der Stadt Indianapolis!) nicht, dagegen den bekannten „Kuhfänger", den die Abbildung zeigt.

An *Fahrzeugsignalen* finden sich: Kräftige Brustlampe (Glühlampe) an den Stirnwänden; Luftdruckpfeife zum Gebrauche auf eigenem Bahnkörper, Rüttelglocke zum Gebrauche in der Stadt; Sprachrohrverbindung vom Führerstand nach dem Stand des Kondukteurs auf der hinteren Plattform; endlich wie bereits bemerkt ein Telephon mit längerer Anschlusschnur auf Rolle, mit Stöpsel zum Anschluss an die Telephonleitung zum Dispatcher. Die Wagenführer verstehen es, den Wagen geschickt so anzuhalten, dass sie, ohne den Führerstand zu verlassen, durchs Fenster hinaus einstöpseln und sofort sprechen können.

*Die zahlreichen, im Führerstand vorhandenen Einrichtungen* sind darnach, von links nach rechts aufgezählt, und untergebracht wie in der Skizze links auf Tafel 21 angegeben, folgende: Ofen, Lufthahn zum Heben des Bügels, Hauptsteuerschalter, Ventil der automatischen Bremse, Pfeifenzug, Ventil der direkten Bremse, Sprachrohr, Handbremse, Umschalter von Gleichstrom zum Wechselstrom, Telephon.

*Die Manipulation beim Übergang vom Gleichstrom zum Wechselstrom* soll noch an Hand der Figur 7 auf Tafel 12, wozu auch Figur 4 auf gleicher Tafel in Betracht zu ziehen ist, erläutert werden:

Die sukzessiven Stellungen des Wagens folgen sich wie in Figur 7 dargestellt. Die Zwischenstrecke ist stromlos angenommen. Der Wechselstrombügel war gesenkt; der Führer schaltet den Gleichstrom aus, der Kondukteur zieht hinten die Gleichstromrute hinunter und sichert sie. Der Wagen fährt durch lebendige Kraft weiter. Der Führer schaltet mit einem Griff das ganze System auf Wechselstrom um, und öffnet den Luftdruckhahn zur Hebung des Wechselstrombügels, welcher sich nun auf der stromlosen Strecke oder derjenigen mit Wechselstrom anlegt. Die ganze Operation erfolgt regelmässig ohne Anhalten anstandslos, wie wir uns bei den Fahrten überzeugen konnten. Nur im Falle des Steckenbleibens auf der stromlosen Strecke aus besonderer Ursache steigt der Kondukteur ab, gibt auf diese Strecke die passende Stromform, und schaltet sie, unter vorübergehendem jenseitigem Anhalten, wieder ab.

*Salonwagen.* Wie die meisten, auch kleineren amerikanischen Bahnen, besitzt auch diese einen schweren, hübschen Salonwagen für Spezialzwecke, der uns im Betriebe vorgeführt wurde. Er enthält vorn eine Aussichtsabteilung mit sehr grossen Fenstern; beide Abteilungen sind mit den bequemsten Drehfauteuils nach Art der bekannten „Pullmann Parlour Cars" versehen, der ganze Wagen aufs eleganteste ausgestattet und ausgezeichnet abgefedert.

### 4. Anlagekosten.

Von der obersten Leitung der Unternehmung wurden uns zuvorkommendst folgende allgemeine Angaben gemacht:

Die gesamte *elektrische Ausrüstung der Bahnlinie* mit Ausnahme der 33000 V Übertragungsleitung, also: der Fahrdraht mit Kettenlinienaufhängung und die 2 Telephonleitungen samt gemeinsamem Gestänge, Isolatoren u. s. w., sowie die elektrischen Schienenverbinder, Arbeit und alles inbegriffen, kosten *per km* rund *Fr. 5500.*— .

Die *gesamte elektrische Ausrüstung* (Bremsausrüstung also nicht inbegriffen) *eines der neueren Wagen* mit 4×150 HP samt Steuerungssystem und Beleuchtung, kostete je *Fr. 33000.*—.

## C. Betrieb.

### 1. Verkehr.

*Allgemeines.* Vorläufig nur Personen- und etwas Expressgutverkehr und mehr „lokaler" Charakter im amerikanischen Sinne. Weitgehendster Fern-Schnellzugsverkehr und schwerer Güterverkehr nach Vollendung der Linie bis Cincinnati auf 200 km.

*Betrieb im Jahre 1905:*

*Fahrplan und Zugsfrequenz.* Auf der hier in Betracht kommenden „Rushville division" der Unternehmung kursieren während rund 20 Betriebsstunden täglich 17 Personenzüge und 2 Schnellzüge in jeder Richtung. Die Schnellzüge („limited trains") fahren zum Beginn und Schluss der Geschäftszeit und dienen für den Verkehr zwischen der Hauptstadt und 4 Provinzstädtchen, in denen sie anhalten. Die Personenzüge („local trains") halten ausser an 10 festen Stationen überall innerhalb der Stadt Indianapolis und ausserhalb an vielen fakultativen Haltstellen nach Verlangen der Fahrgäste wie landesüblich; im allgemeinen fährt jede Stunde ein solcher Zug in jeder Richtung.

Gleichzeitig sind bis jetzt nur je 4 Züge unterwegs.

*Geschwindigkeiten:* Za. 75 km/h maximale Geschwindigkeit; für die Personenzüge bei 8 obligatorischen und vielen andern Zwischenhalten auf den 64 km Strecke eine kommerzielle Geschwindigkeit von 36,2 km/h, für die Schnellzüge bei 3 Zwischenstationen von 48,6 km/h erreicht.

*Zugsbildung:* Züge im allgemeinen gegenwärtig nur aus einem Motorwagen mit Maximalgewicht von za. 46 t bestehend, ausnahmsweise aus 2 Wagen mit bis 90 t.

*Zukünftiger Betrieb bis Cincinnati:*

Die *Frequenz* ist wie bisher vorgesehen; die Geschwindigkeit soll reichlich 120 km/h maximal für die die ganze Strecke befahrenden Schnellzüge betragen, sodass diese Züge nach Cincinnati mit einer Fahrplangeschwindigkeit von 88 bis 97 km/h fahren und die besten Züge die Strecke von 198,2 km samt Halten in 3 Stunden zurücklegen, d. h. mit kommerzieller Geschwindigkeit von 66 km/h verkehren werden.

*Die Zugsbildung* sieht schwerste Personen- und Güterzüge wie bei Dampfvollbahnen vor, das erstere mit den gegenwärtigen Motorwagen.

*Verkehrsleistung.* Beim gegenwärtigen Betrieb des Teilstücks von 64 km eigener Strecke betrug die tägliche Verkehrsleistung an Personenzügen 38 × 64.4 = 2450 Zugskilometer, d. i. jährlich rund 895 000 Zugskilometer, oder mit Inbegriff gelegentlicher Expressgutwagen, zweiter Wagen und Spezialzüge rund etwa zwischen 900 000 — 1 000 000 Wagenkilometer. Ein Schluss auf den zukünftigen, ganz anders gestalteten Betrieb ergibt sich daraus natürlich nicht.

### 2. Arbeitsbedarf, Effekte und Wirkungsgrade.

Über diese Punkte konnten wir noch keine Angaben erhalten; bei dem damals noch kurzzeitigen Betrieb wäre denselben übrigens auch noch kein grosser Wert zugekommen.

### 3. Unterhalt, Reparaturen und Betriebsausgaben im allgemeinen.

Betreffend die *Kraftkosten* dürfte die Angabe interessieren, wenn sie auch für unsere Gegend keine Bedeutung hat, dass das zum Heizen der Kessel verwendete Naturgas per $m^3$ zu 1,76 Rappen der Gesellschaft geliefert wird.

Bemerkenswert ist die von der Unternehmung aufgestellte Vergleichsrechnung betr. ihrer Ersparnis allein an *Löhnen* durch Anwendung von ***Wechselstrom*** mit Transformatorenstationen an Stelle von Gleichstrom-Umformerstationen: Darnach wären, anstatt der jetzigen 3 Transformatorenstationen, beim System mit Gleichstrom an denselben Stellen Umformerstationen nötig, was bei den 16 bis 19 km Abstand der erstern und den vorgesehenen grossen Leistungen wohl keine übertriebene Annahme sein dürfte. Pro Station seien (für die Ablösungen) 3 voll belohnte Mann, jeder nach dortigen Verhältnissen mit mindestens 10 Fr. Taglohn, anzunehmen. Abgesehen vom Wegfall von Unterhalt und Reparaturen, sowie andernfalls grösserer Zinsenlast für die Einrichtung der Umformerstationen, und ungerechnet der Energieersparnis, würde dies somit allein im Jahre eine Ersparnis von 3 × 30 × 365 = Fr. 32 850.— ausmachen, was unter der weiter oben bestätigten Annahme von rund 1 000 000 Wagenkilometer schon für den Betrieb von 1905 eine Ersparnis von über 3 Rp. per Wagenkilometer ergäbe.

*Über die tatsächlichen Erfahrungen in der kurzen Betriebszeit* erfuhren wir vom Personal:

Die Unterhaltung des *elektrischen Teils der Linie* hat bis jetzt sehr wenig erfordert und keine Überraschungen gebracht. An den Transformatorenstationen sind gar keine Schäden eingetreten. Am Rollmaterial waren keine häufigeren oder andere Reparaturen nötig, als wie sie bei jeder Gleichstrombahn auftreten. Ein Einfluss des ganzen Systems im Sinne vermehrten Unterhalts gegenüber Gleichstromtrolleybahnen konnte bisher nicht konstatiert werden und es sind auch keine bezüglichen Anzeichen für die Zukunft da.

Von den *Motoren* sind in der ersten Betriebszeit einige durchgeschlagen, wie dies bei neuen Gleichstromanlagen auch vorkommt; man ist sonst mit den Motoren sehr zufrieden; die Kollektoren zeigen keine abnormale Abnützung (wovon uns auch der Augenschein überzeugte).

Von dem *Vielfachsteuerungssystem* erklärte man ebenfalls durchaus befriedigt zu sein; speziell die Betätigung durch Luftdruck empfand man hier praktisch als keine Komplikation. Die Haltung der „Stromschützen" wird besonders gerühmt. (Auf die von uns bei Beschreibung des Rollmaterials gemachte Reserve wegen der niedrigen Steuerstromspannung der älteren Wagen sei hier nochmals verwiesen.)

*Personal:* Die Transformatorenstationen haben keines; die Züge 1 Wagenführer und 1 Kondukteur wie die Gleichstrom-Überlandbahnen.

#### 4. Betriebseinnahmen.

Wir konnten lediglich vernehmen, dass das Unternehmen prosperiere. Dagegen erhielten wir Angaben über die Taxen: (Wirth:) Die Fahrtaxen sind auf Grund der Einheit von 4,65 Rp. per km berechnet, und die Strecke ist darnach in Sektionen entsprechend 25 Rp. Fahrtaxe geteilt, für welche der Reisende jedesmal diesen Betrag bezahlen muss. Für die Schüler werden Fahrkarten zur halben Taxe ausgegeben, mit Fahrberechtigung eine Stunde vor und eine Stunde nach der Schulzeit; ferner allgemeine kilometrische Fahrkarten, gültig für 160 Fahrten zu 25 Rp. mit einer Ermässigung von 12,5 %. Dies sind die einzigen verabfolgten Fahrkarten; der gewöhnliche Reisende hat dagegen fortlaufend für die jeweilige 25 Rp.-Strecke mit barem Gelde dem Kondukteur zu bezahlen, ohne dafür einen Ausweis zu erhalten. Die einbezahlten Fahrtaxen werden an einem Kontrollzähler vom Kondukteur durch Ziehen an einer Leine registriert. Wir können aus eigener Erfahrung sagen, dass dieses bei Überlandlinien in Amerika sehr verbreitete System fortwährender Nachzahlung für den Reisenden sehr lästig ist. Wie bei allen besichtigten Bahnen sind auch hier keine Oberzugführer oder Kontrolleure vorhanden; das Publikum kontrolliert selbst, ob der Kondukteur die bezahlten Fahrtaxen registriert. Wenn vermutet wird, dass ein Kondukteur mit den einkassierten Geldern nicht ehrlich umgeht, so wird ein Detektiv beauftragt, ihn zu beobachten, und es soll gewöhnlich nicht sehr lange dauern, bis er auf seinem unehrlichen Handwerk ertappt wird. „Die von Zeit zu Zeit ausgeführte Kontrolle durch einen Detektiv ist meiner Ansicht nach wenn nicht wirksamer, doch bedeutend billiger als die beständige Kontrolle, wie sie bei uns existiert."

## D. Allgemeine Beurteilung.

In wirtschaftlicher Beziehung kann für diese Bahn bezüglich erreichter Verbesserung der Verhältnisse des Überlandverkehrs zunächst dasselbe gesagt werden wie für die anderen beschriebenen Interurbanlinien. Als neu und wichtig

kommt hinzu, dass nach Vollendung dieser Anlage damit eine *Fernschnellverbindung* zwischen zwei grossen Städten auf 200 km Entfernung geschaffen sein wird, welche ausser dem Vorzug einer noch etwas grösseren Schnelligkeit als sie gegenwärtig die schnellsten Dampfbahnen Nordamerikas aufweisen, jenen der *viel häufigeren Fahrgelegenheit* bietet, und zwar nach bisherigen Resultaten voraussichtlich mit durchaus wirtschaftlichem Betrieb. Die Verkehrsmöglichkeit zwischen den beiden Städten kann dadurch eine nahezu *ideale* werden.

Dabei sind in technischer Beziehung die hier ausgeführten Einrichtungen offenbar die allereinfachsten und billigsten, unter welchen sich eine derartige Fernschnellverbindung erstellen lässt. Ob Unterbau und Oberbau jenen Anforderungen entsprechen, die wir nach europäischen Grundsätzen für solche Schnelligkeiten glauben fordern zu müssen, mag freilich fraglich sein, hat aber nichts speziell mit dem elektrischen Betriebe zu schaffen. Dagegen scheinen die verwendeten *elektrischen* Mittel nach dem System des Einphasenstroms, wenigstens was die Motorwagen-Schnellzüge anbelangt, nach den bisherigen Erfahrungen durchaus ihre Zulänglichkeit für diesen Fernschnellbetrieb zu erweisen. Es haben sich keine irgendwie wesentlichen Störungen gezeigt, welche gegen die Betriebssicherheit der elektrischen Einrichtungen bei diesen Geschwindigkeiten und bei den vorgesehenen Lasten für Motorwagenzüge sprechen würden.

Der Umstand, dass die Gesellschaft zur Zeit unserer Anwesenheit energisch an der Fortsetzung der Linie nach Cincinnati baute, obwohl sie gewiss eine scharfe Konkurrenz seitens der parallel fahrenden Dampfbahnen zu erwarten hat, beweist auch, dass ihre bisherigen Erfahrungen mit dem Teilstück ihr Vertrauen in das angewendete System nur befestigt haben. Obwohl die im Betrieb befindliche Strecke noch nicht sehr gross war, schien uns diese Bahn doch hohe Bedeutung zu haben, da sie nach unserer Ansicht beweist, dass das Einphasensystem wenigstens in dieser Form schon heute den Anforderungen des Fernvollbahnbetriebs für solche Verhältnisse ohne weiteres entsprechen kann. Die vielleicht vorhandene, geringe Inferiorität der Anfahrbeschleunigung beeinflusst offenbar die Resultate praktisch unwesentlich. Dabei beträgt die Erhöhung des Gewichts eines Motorwagenzugs gegenüber einem solchen mit Gleichstrom augenscheinlich doch nicht so viel, wie oft angenommen wird. Die amerikanischen Wagen ähnlicher Konstruktion und gleichen Fassungsvermögens mit 4 Gleichstrommotoren von 75 HP, die wir beschrieben, wiegen mit Ausrüstung leer ungefähr 30 t, es gibt aber auch solche mit 2 Motoren von 150 HP bis zu 35 t, während diese Einphasenwagen mit dieser Motorenstärke 39 t wiegen, also im Mittel za. 6 ½ t mehr. Bei einem gemischten Zuge, im ungünstigsten Falle aus ½ Motor- und ½ Anhänge-Wagen, betrüge somit die Gewichtsvermehrung des Zuges gegenüber Gleichstrom etwa 10%; diese Zahl dürfte sich aber in wirklichen Betrieben noch erheblich vermindern, weil wohl im Mittel tatsächlich weniger Motorwagen eingeschaltet würden, und weil die Wagen dieser Bahn noch allerlei besondere Gewichtsvermehrungen erfuhren durch den Umstand, dass sie auch mit Gleichstrom sollen fahren können.

Von besonderer Bedeutung ist auch die Konstatierung, dass *Störungen der Telephonanlagen* auch bei nächstgelegenen Leitungen leicht und völlig wirksam zu vermeiden sind.

# Schenectady Railway Company.

*Städtische Strassenbahn mit Interurbanlinien. Im allgemeinen Gleichstrom Trolley, z. T. Einphasenstrom.*

## A. Allgemeine Verhältnisse.

Eine der typischen Kombinationen von städtischer Strassenbahn mit längeren Interurbanlinien für schnellen Verkehr. Die Bahn verbindet Schenectady (32 000 Einwohner) mit Albany, der Hauptstadt des Staates New York (95 000 Einwohner), mit Troy (60 000 Einwohner), (diese beiden am Hudson gelegen), und auf einer Linie mit vielen Sport- und Vergnügungsplätzen mit dem kleinen Badeort Ballston Spa im Norden. Als von besonderer Bedeutung haben wir lediglich die eine Interurbanlinie nach Ballston Spa, welche mit Einphasen-Wechselstrom betrieben wird, eingehender besichtigt. Die übrigen Teile zeigen dieselben Einrichtungen wie die bereits beschriebenen Stadt- und Interurbanlinien; wir fügen daher hierüber lediglich einige Einzelheiten bei, die wir gerade hier besonders gut beobachten konnten.

### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

*Spurweite:* Normal.

*Länge:* Baulänge in der Stadt Schenectady 42 km, vielfach zweigeleisig; dazu die drei Interurbanlinien:

| | | |
|---|---|---|
| Schenectady-Ballston Spa, | 25,7 | km Länge zweispurig, |
| „ -Troy | 25,7 | „ „ „ |
| „ -Albany | 24,2 | „ „ „ |

Die gesamte Geleiselänge der Unternehmung beträgt 232 km.

*Unterbau und Oberbau:* Auf den Interurbanlinien Vignolschienen von 37,2 kg/m auf hölzernen Schwellen in ungeworfenem Schotter.

Auf den Brücken sind Leitschienen (mit weiterem Abstand von den Geleiseschienen als bei uns in der Schweiz) angebracht. In Kurven vor den Brücken werden Rillenschienen als Fahrschienen und Vignolschienen als Leitschienen verwendet.

*Die Sicherheits- und Signal-Vorrichtungen* der Interurbanlinien hier wie überall höchst einfach und primitiv: Der Bahnkörper ist z. T. eingefriedigt. Keine Strassenübergänge besitzen Barrièren. Gleich wie bei mehreren andern elektrischen Überlandbahnen gesehen und bei den Normal-Dampfbahnen überall gebräuchlich, sind dagegen beidseitig der Bahn, Front gegen den auf der Strasse Herkommenden, auf hoher Stange auffällige Quadrate (andernorts auch Kreuze) angebracht, weiss gestrichen und mit weithin sichtbarer Warnungsaufschrift versehen, wie in der Figur auf Tafel 4 skizziert ist. (Das photographische Bild 23 zeigt einen solchen Warner an einer grossen Dampfbahnlinie.)

Bei Annäherung an Strassen- und Wegübergänge geben die Züge der Schenectady Ry. — und so fanden wir es meist auch anderwärts — ein längeres *Signal mit der Luftpfeife* (hier vier kurze Stösse). Der Führer wird dazu veranlasst dadurch, dass beidseitig von solchen Übergängen in entsprechender Ent-

fernung vor denselben, am Spanndraht aufgehängt, quer über der Geleisemitte eine Aufschrift „W" (d. h. whistle = pfeifen), schwarz auf weiss gemalt, angebracht ist. Vor grösseren Übergängen wird auch langsamer gefahren; dies findet statt auf die Aufforderung durch analoge Hängetafeln mit „S" („slow"), ebenso bei der Annäherung an Weichen („switch"). Die Haltestellen sind durch gleichartige Tafeln mit der Aufschrift „Stop" bezeichnet; das letztere ständige Signal findet sich auch beidseitig vor unbewachten Niveau-Kreuzungen mit anderen Bahnen, vor denen angehalten wird und der Kondukteur zur Sichtung vorausgeht, wie früher beschrieben.

Um das Vieh von dem Geleise fernzuhalten, ist bei den Strassen- und Wegekreuzungen eine Einrichtung getroffen, die wir bei den meisten Bahnen des Landes (auch den Fernvollbahnen mit Dampfbetrieb) ähnlich vorfanden. Eine Skizze auf Tafel 4 veranschaulicht diese Anordnung, von welcher Teile auch in den Bildern 24 und 63 sichtbar sind:

An der Kreuzungsstelle wird links und rechts der Strasse zwischen den Schienen eine Art Rost aus gusseisernen Barren gelegt. Die Barren haben scharfe Kanten oder besondere Spitzen, die das Vieh verhindern, über dieselben weg den Bahnkörper zu betreten. An den Seiten des letztern und des Geleises bis dicht an dasselbe sind von der Bahneinfriedigung weg in schiefer Lage Holzgerüste, meist in Dreieckform, angebracht, welche das Vieh abhalten, anders als über die Barren auf den Bahnkörper gelangen zu können.

*Stationsgebäude und Stationspersonal* gibt es bei diesen ziemlich langen Interurbanlinien nicht (Güter werden keine befördert). Die regulären Haltstellen sind für das Publikum lediglich an einem Leitungsmasten mit einer Tafel, z. B. „Stop Nr. 19" bezeichnet; ebenso die besonderen Haltstellen der Schnellzüge und die Taxgrenzen.

An den Kreuzungen werden die spitzbefahrenen Weichen vom Wagenpersonal bedient, die von der Wurzel aus genommenen Weichen aufgeschnitten, jedoch bei reduzierter Geschwindigkeit (Wirth).

## 2. Elektrische Einrichtungen.

*Kraft- und Unterwerke.* Wasserkraftbetrieb von Spiers Falls aus, von wo die Hudson River Power Co. mit 30 000 V und *40* Perioden Drehstrom auf hölzernem Gestänge über etwa 50 bezw. 80 km überträgt; als Reserve und Unterstützung arbeitet parallel die Dampfanlage der General Electric Co. in Schenectady. Eine kürzlich neu erstellte *Umformerstation* in Schenectady (Dock Street) formt den Strom, der ausserhalb der Stadt (bei den Fabriken der General Electric Co.) in einem Unterzentrum auf 10 000 V herabtransformiert wird, nach abermaliger Spannungsreduktion in der Umformerstation selbst in 5 Einanker-Umformern von 300 und 600 KW in 600 V-Gleichstrom um.

Die Umformer werden als Asynchronmotoren direkt von der, vermittels Stufenschalter an den Haupttransformatoren reduzierten Drehstromspannung angelassen. Die Station ist nach ganz modernen Prinzipien, ähnlich wie sie bei uns gegenwärtig gelten, mit besonderer, weitgehender Betonung der Feuersicherheit und der Lokalisierung von Störungen angeordnet und mit gemauerten Einzelzellen für die Schaltanlagen sehr hübsch ausgeführt. (Sie dient auch als Unterwerk für Beleuchtung der Stadt, wofür von 40 Perioden umgeformt wird auf *60*, der im Lande meistens für Beleuchtung verwendeten Periodenzahl.)

Weitere *Unterwerke* zum analogen Zweck befinden sich in Troy, Albany und Ballston; von der letzteren soll weiter unten die Rede sein.

Die mittlere Entfernung der Umformerstationen von einander beträgt somit za. 25 km Bahnstreckenlänge.

*Leitungen. Speiseleitungen* für 600 V Gleichstrom gehen z. B. vom Unterwerk Schenectady 12 aus. Sie sind, abgesehen von der Ausführung aus dem Gebäude auf gewisse Strecke, fast durchgehends als *Freileitungen* ausgeführt. Auf den Überlandstrecken finden sich auch hier längs der Linie die vielerlei Leitungen verschiedenster Spannungen und Zwecke in der landesüblichen Weise auf gemeinsamem Holzgestänge, was nach allgemeinem Urteil bei guter Überwachung keine irgendwie nennenswerten Gefahren, Störungen oder Nachteile verursachen soll. Die Figuren 1 und 2 auf Tafel 9 stellen die typischen Leitungsbilder dar, wie sie bei der Schenectady Ry. zu sehen sind: In oberster Etage die 10 000 V-Leitungen der Energieübertragung für den Bahnbetrieb und Ortschaftsbeleuchtung auf weissen Porzellandoppelglocken; dazu streckenweise, etwa $^3/_4$ m tiefer auf einer Traverse, auf (vielfach verwendeten) Isolatoren aus grünem Glas, Niederspannungs-Wechselstrom-Leitungen für Beleuchtung oder Kraftbetrieb durchzogener Ortschaften; abermals ungefähr gleichviel tiefer die schweren Speiseleitungskabel des 600 V-Gleichstroms für den Bahnbetrieb, ebenfalls auf Grünglas-Isolatoren kräftigeren Modells. Dazu oft Telephonleitungen, immer doppeldrähtig als Schleife und unterhalb seitlich an die Stange befestigt, wie mehrfach erwähnt mittels schief gegen die Stange gestellter gerader Holzstütze.

Die *Fahrdrähte* sind die schon erwähnten Profildrähte mit leichter Rille im oberen Teil des Querschnitts, von ungefähr 80 mm² Querschnitt für die Stadtlinien und 100 mm² für die Interurbanlinien, aufgehängt an den bei uns üblichen gewöhnlichen leichten Formen von Hängeisolatoren mit Bronzeglocke. Hier durchwegs Querdraht-Aufhängung, die Stahldrähte nicht von den Holzmasten isoliert, an denen sie mit durchgehenden, nachstellbaren Schrauben befestigt sind. *Masten* aus Kastanienholz, das unimprägniert lange hält und in der Gegend verbreitet ist. Mastenentfernung in der Geraden normal 30 m, Länge normal 10,6 bezw. 12,2 m. Befestigung lediglich durch verrammen. Die Isolatoren der Starkstromleitungen auf horizontalen Traversen aus vierkantig geschnittenem Holz befestigt; diese Traversen selbst mittels Holzschrauben, und ebenfalls so befestigten, sehr leichten Flacheisendiagonalen an die Masten festgemacht. Diese typische, landesübliche Konstruktion nimmt offenbar gar keine Rücksicht auf möglichen, wesentlichen Zug in der Längsrichtung im geraden Tracé.

Die Verwendung von Holzstützen für die Isolatoren ist auch für Starkstrom und Hochspannung im Lande häufig; es sind dazu sehr zähe Holzsorten vorhanden; die Stützen sind oben mit passendem grobem Gewinde versehen, das direkt in die Isolatoren eingeschraubt wird, während das untere Ende oft wie bei der in der Skizze sichtbaren Befestigungsart schief abgesägt und so einfach an die Stange genagelt wird.

Auf langen geraden Strecken laufen bei vielen Bahnen, wie ebenfalls aus der Tafel ersichtlich, neben der Bahn und ihren Schutz geniessend, Gestänge mit sehr vielen Drähten der Telephon- und Telegraphen-Gesellschaften, die in Nordamerika Privatgesellschaften sind und wovon sozusagen überall je mindestens zwei in Konkurrenz stehen.

**3. Rollmaterial.**

Die Gesellschaft hat 165 Fahrzeuge. Es sind dies:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| für Stadtbetrieb: | 37 | geschlossene zweiachsige | Personenwagen | mit 2 | Motoren |
| | 26 | offene „ | „ | „ 2 | „ |
| | 4 | geschlossene vierachsige | „ | „ 4 | „ |
| | 12 | offene „ | „ | „ 4 | „ |
| | 79 | im ganzen; | | | |

dazu für Interurbanbetrieb: 34 Personenwagen, sämtlich vierachsig (mit 2 Drehgestellen) und mit je 4 Motoren.

Diese Wagen alle geschlossen, 6 davon in offene umwandelbar. Zu diesen insgesamt 113 Motorpersonenwagen kommen noch: 25 Anhängewagen ohne Motor, 6 Expressgutwagen mit Motoren, 12 Motorbrückenwagen (für Materialzüge), 1 Sprengwagen mit Motoren, 4 kleine und 3 Rotations-Schneepflüge und 1 Sandwagen. Die grosse Zahl von Wagen für Bau- und Reparaturarbeiten sowohl als die grosse Zahl Schneepflüge wiederum typisch für derartige nordamerikanische Bahnen.

*Personenwagen* analog wie mehrfach beschrieben; die Länge variiert für die Interurbanwagen von 12,2—15,5 m.

## B. Betrieb.

**1. Verkehr.**

In der Stadt Schenectady verkehren die eigentlichen Stadtwagen während etwa 20 Stunden des Tages je nach Tageszeit alle 5, 10 oder 15 Minuten; dazu kommen die durch die Stadt fahrenden Wagen der Interurbanlinien, auf welchen während 12 Stunden des Tages in jeder Richtung je ein Zug verkehrt: alle 15 Minuten auf den Linien nach Albany und nach Troy, und alle 30 Minuten auf der Linie nach Ballston Spa. Während weiterer 6—8 Stunden verkehren halb so viele Züge.

Die *Geschwindigkeit* über Land erreicht effektiv maximal 95 km/h; die direkten Schnellzüge halten in den beiden End-Städten je an mehreren Stellen in den Strassen, unterwegs nirgends. Die Personenzüge („locals") haben die üblichen fakultativen Halte unterwegs, sodass sie die 25 km Strecke in 45 Minuten machen.

Im Betriebsjahr endigend mit Juni 1904 waren von diesen „Lokal"-Bahnlinien 10 Millionen Passagiere befördert worden; dies für eine Bevölkerung der bedienten Gegend von ungefähr 200 000 Einwohnern.

## C. Allgemeine Beurteilung.

Es sei hier nur darauf hingewiesen, dass uns gleich bei diesem Beispiel, (das wir als erstes dieser Art besichtigt hatten) die verkehrshebende, dem Publikum so ausserordentlich dienende Art der Verbindung zwischen Stadtstrassenfahrt mit öfterem Anhalten und raschester Beförderung über Land besonders auffiel. Die Beurteilung ist übrigens in allen Punkten dieselbe wie bei den bereits betrachteten Bahnen dieser Art.

# Ballston division of the Schenectady Ry. Cy.

*Interurbanlinie, Einphasenhochspannung mit Trolley.*

## A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Diese Linie bildet, wie angeführt, einen Bestandteil der vorigen Unternehmung.

Sie ist eine der typischen Überlandlinien, und geht 25 km weit von der kleineren Stadt Schenectady aus, die selber über weitere 25 km Bahn derselben Gesellschaft von der grösseren Hauptstadt Albany aus erreicht werden kann. Rasche Fahrten solcher Länge an Sommerabenden und besonders an Samstagnachmittagen gehören zur regelmässigen Erholung der Städtebewohner. Die Linie berührt auf dem Wege nach dem kleinen Badeorte Ballston Spa die Ufer des breiten Mohawkflusses und mehrere Parke, kleine Seen und Sportplätze, die meist der Bahnunternehmung selbst gehören und mit Spielplätzen, Hallen, Restaurants, Hand- und Motorbooten u. s. w. ausgerüstet sind. Die Linie hat zeitweise geringen, zeitweise aber ganz ausserordentlich starken Verkehr; dabei wird schnellstmögliche Beförderung verlangt.

Die Anlage war ursprünglich für Gleichstrom-Trolleybetrieb; die General Electric Co. hat darauf, zuerst versuchsweise, den Einphasentrolley-Betrieb eingerichtet, derart, dass nach Wahl auch mit Gleichstrom gefahren werden konnte. Jetzt dient der Einphasenstrom dem regelmässigen Betrieb, das ganze hat aber daneben den Charakter einer Versuchslinie für die General Electric Co.

Da die Wagen aus der Stadt Schenectady heraus auf deren Strassenbahnnetz fahren, sind sie auch für Gleichstrombetrieb eingerichtet, und zwar fahren sie mit denselben Motoren mit Gleichstrom-Niederspannung und mit Hochspannungs-Wechselstrom.

## B. Bauliche Anordnung und Ausdehnung der Anlage.

### 1. Allgemeine und eigentliche Bahnanlage.

*Spurweite:* normal.

*Länge:* 6,3 km im Stadtbann Schenectady mit Gleichstrombetrieb und 18,7 km ausserhalb mit Einphasenbetrieb, total 25 km. Von der Strecke ausserhalb der Stadt liegt der kleinere Teil auf der Landstrasse, 11,6 km dagegen auf eigenem Bahnkörper, fast durchwegs mit Doppelspur.

*Steigungen* maximal 18 ‰, aber nur kurze; im allgemeinen meist beinahe ebener Verlauf, keine grossen Höhendifferenzen.

*Radius,* minimaler auf offener Strecke: 410 m.

Der eigene Bahnkörper ist zum Teil eingefriedigt, für zwei Geleise 18,25 m breit.

*Unterbau.* Im landesüblichen, ungeworfenen Schotter unmittelbar wie er aus Kiesgruben kommt, kaum bis auf Höhe der Schwellenoberkante aufgefüllt, liegen Holzschwellen aus Eichenholz, von den Massen: 2435 × 200 × 150 mm, und im Abstand von 62 cm.

Es sind mehrere bedeutendere Kunstbauten vorhanden, so eine Unterführung einer grossen Dampfbahn, welche für die letztere eine Betonbrücke

erforderte, und „die längste Brücke einer elektrischen Bahn der Welt", einige hundert Meter lang, über den Mohawk-Fluss.

*Oberbau.* Ausserhalb der Stadt Vignol-Schienen von 37,2 kg/m mit versetzten Stössen und 4-bolzigen Doppellaschen.

*Sicherheitsvorkehren:* Analog wie für die Schenectady Ry. Co. beschrieben.

## 2. Elektrische Einrichtungen.

*Das System im allgemeinen.* Drehstrom von der Hudson River Power Co. aus den Werken Spiers Falls und Mecanicsville, mit 30000 bezw. 10000 V und 40 Perioden zugeleitet, wird in Einphasenstrom von 25 Perioden und 2200 V umgeformt, der unmittelbar und ohne weitere Speiseleitungen in den Fahrdraht geht. Von dort Zuführung durch einen Rollentrolley zu einem Transformator im Wagen. Herabsetzung der Spannung auf 400 V, und Verwendung des Stroms in kompensierten Reihenmotoren. Diese selben Motoren auch für Gleichstrom 500 V ab Fahrdraht der inneren Stadtlinien oder einem Gleichstromfahrdraht der Überlandlinie, der dort vom früheren Gleichstrombetrieb her sich findet und zum Zwecke vergleichender Versuche parallel zum Wechselstromfahrdraht belassen wurde.

*Leitungen. Fahrdrähte.* DieFiguren 1 bis 4 der Tafel 11, sowie das photographische Bild 47 veranschaulichen die ganze Leitungsanlage der zweigeleisigen Linie. In der Mitte zwischen den Geleisen sind alle 30 m sehr starke, achteckig zugeschnittene Holzmasten aus Gelbkiefer in Beton gesetzt. Mastenlänge 10,7 m. Sie tragen zu oberst auf kurzer, angeschraubter, in dort üblicher Weise mit leichten Flacheisen gestützter Holztraverse die Kupferseile von 250 mm² Querschnitt, welche die Gleichstromspeisekabel bilden. Die Aufhängung der Gleichstromfahrdrähte ist, mit Rücksicht auf die grosse Geschwindigkeit, die bei den dortigen Überlandlinien übliche elastische: Horizontale Gasrohrarme, durch schief aufwärts nach der Stange gezogene Stahlspanndrähte getragen, halten zwischen Spannasen an ihrem äusseren Ende und dem Maste stählerne Querdrähte, die durch Halter in geringer Höhe unter dem Rohrarm gehalten werden. An den Stahldrähten sind mit einfacher Isolation und mit gewöhnlichen Hängeisolatoren die Gleichstromfahrdrähte aufgehängt, über der Geleisemitte und za. 6 m über Schienenoberkante. Die Auslegerarme sind wegen der (für dortige Verhältnisse) ungewöhnlich grossen Geleisedistanz verhältnismässig lang. Der Gleichstromfahrdraht ist ein im oberen Teil mit Klemmrille versehener Profildraht von etwa 80 mm² Kupferquerschnitt.

Der *Wechselstromfahrdraht* ist vom selben Querschnitt. Er ist nach einem System der General Electric Co. in einer Art vereinfachter Vielfachaufhängung montiert, zu deren Erklärung die Figuren 1—4 der Tafel 11, sowie die Abbildung 47 dienen sollen. Unterhalb der Ausleger für den Gleichstromfahrdraht tragen die Masten hölzerne Traversen mit den üblichen Versteifungen. Auf den Enden dieser Traversen stehen gewöhnliche Doppelglocken-Porzellanisolatoren, welche einen Stahldraht von 9,5 mm Durchmesser auf sich tragen. An diesem, Kettenlinien von 30 m Spannweite bildenden Tragdraht ist der Fahrdraht aufgehängt, jedoch, wie die Figuren zeigen, in sehr einfacher Weise, nämlich je nur einmal pro Spannweite von 30 m, und zwar in der Mitte zwischen den Masten oder Aufhängepunkten des Tragdrahtes. Auf diese Weise wird natürlich kein horizontaler Verlauf des Kontaktdrahtes erreicht, wie bei der bekannten Vielfachaufhängung, wohl aber neben beliebig guter Isolation für

Hochspannung eine äusserst elastische Gesamtkonstruktion für den Fahrdraht erzielt, welche die konstruierende Firma für den Betrieb mit Rollentrolley und grosser Geschwindigkeit für eine Hauptsache hält. Offenbar zu etwelcher Vermeidung der sonst wohl zu stark auftretenden seitlichen Schwankungen sind an den Befestigungspunkten des Fahrdrahtes an den Tragdraht die Drähte beider Geleise jeweilen durch einen leichten, steifen Querarm verbunden, wie Figur 3 andeutet.

Der Fahrdraht für den Wechselstrom von 2200 V liegt 5 m über Schienenoberkante und konnte, weil schon der Fahrdraht für Gleichstrom über der Geleiseachse lag, nur seitlich der Geleisemitte gelegt werden; er hat 1.52 m Abstand von derselben. Die Erbauer glauben diese Lage auch sonst empfehlen zu sollen, weil Fahrdraht und Isolatoren bei gleichzeitigem Dampfbetrieb so viel weniger leiden als wenn sie direkt über dem Auspuff der schädlichen Gase aus dem Lokomotivkamin sitzen. Ausserdem zieht man eine seitliche Lage vor wegen der in Amerika gebräuchlichen Plazierung der Bremser von Güterzügen auf der Mitte der Wagendächer, von wo aus sie z. B. stehend Manövriersignale geben. Ist der Fahrdraht ausserhalb der Mitte, so glaubt man dann damit wesentlich tiefer gehen zu können. Die Konstrukteure heben als weiteren Vorteil dieser Lage hervor, dass eine tiefere etwas seitliche Lage des Fahrdrahtes sich bei manchen Objekten bestehender Bahnanlagen viel besser dem Lichtprofilraum anschliesse.

Eine *Telephonleitung*, Schleife aus 2 Drähten, tragen die Masten unterhalb der untersten Traverse auf schiefen Holzbolzen. Diese Telephonleitung dient dem Zugsdienst und soll gut funktionieren; leider konnten wir dies nicht selbst erproben.

*Schienenverbinder* aus Kupfer, ähnlich wie bei uns gebräuchlich.

Die *Hochspannungsdrehstromleitung* zu den Unterstationen mit 30 000 V ist seitlich dicht am Bahnkörper auf besonderem Holzgestänge geführt, wie im Bilde 47 zu sehen. Dasselbe Gestänge trägt wie bei den andern beschriebenen Bahnen streckenweise verschiedene weitere Hoch- und Niederspannungsleitungen für Beleuchtungszwecke, sowie Telephonleitungen. In Kurven ist dies Gestänge selten verankert, meistens sind nur besonders starke Stangen schief eingerammt.

### 3. Rollmaterial.

*Personenwagen.* Die G. E. Co. hat für die Ballston Division der Sch. Ry. Co. besondere Wagen für Benützung mit Einphasen- und Gleichstrom gebaut. Die allgemeine Bauart und Grösse dieser Personenwagen ist die wiederholt gekennzeichnete der grösseren Interurbanlinien; sie ist auch aus dem Bilde 78 ersichtlich:

Vollständig geschlossener Wagenkasten und Plattformen, Dach- und Stirnwände abgeschrägt, 2 Drehgestelle. Der Wagenkasten enthält in Zweierquersitzen mit Mittelgang 44 Sitzplätze und reichlich Stehplatz; Eingangstüren hinten seitlich mit eingezogener Treppe normaler Konstruktion; vorn eine etwas grössere Plattform, die ausser dem Führerstand noch Platz für Fahrgäste und hier auch Aufstiegtreppe für diese hat. Das Wagendach soll mit feuersicherer Bedachung versehen sein. Länge des Wagens über Stossbalken = 13,10 m, der Passagierabteilung = 9,75 m. Radstand eines Drehgestells = 1,83 m; Durchmesser der Räder = 86,2 mm. Gewicht des Wagens, leer aber komplet elektrisch ausgerüstet: 31 t.

*Elektrische Ausrüstung:* 4 Motoren der G. E. Co. von 75 HP Normalleistung bei Gleichstrom, und eingerichtet für Wechselstrom, Type G. E. A. 60—4;

1 Transformator von 80 KW Normalleistung mit natürlicher Luftkühlung zur Spannungsherabsetzung unveränderlich von 2200 auf 400 V;

1 gewöhnlicher Steuerschalter für direkte Serienparallelsteuerung, Type K 28 der G. E. Co.; dazu

1 besondere Umschaltwalze für Umsteuerung von Gleichstrom auf den Wechselstrombetrieb;

je 1 besonderer Rollenstromabnehmer für den Gleichstrom und für den Wechselstrom.

*Schaltung und Steuerung.* Die konstruierende Firma veranlagte die ganze Ausrüstung besonders mit Rücksicht auf den Fall, wo ein und dieselben Wagen im Innern der Städte mit Gleichstrom und mit geringerer Geschwindigkeit, ausserhalb mit Einphasenstrom und grösserer Geschwindigkeit fahren sollen. Während sie selbst dafür hält, dass für reinen Wechselstrombetrieb die Regulierung von Serienmotoren durch Spannungsabstufung das beste sei, will sie für den erwähnten besonderen Zweck die nach ihr erhebliche Gewichtsvermehrung ersparen, welche durch die Einrichtungen für zweierlei Steuerungsart — Spannungsabstufung einerseits und Serienparallelsteuerung mit Widerständen anderseits — eintritt. Da überdies das Anfahren auf den Überlandstrecken nicht so häufig wie in der Stadt und überhaupt nur ganz kurze Zeit vorkommt, und sich beim Reihenmotor auch mit Wechselstrom noch ein ordentlicher Wirkungsgrad erzielen lässt beim Anfahren mit Serienparallelschaltung und Vorschaltwiderständen, so hat die G. E. Co. diese Wagen nur mit reiner Serienparallel- und Widerstandsregulierung ausgerüstet. Je zwei der Motoren sind ständig und fest in Reihe; die Einzelmotoren sind daher für 250 bis 300 V Gleichstrom bezw. 200 V Wechselstrom gebaut, und die Bedienung des Wagens geschieht mit 500 bis 600 V Gleichstrom ab Fahrdraht bezw. 400 V Wechselstrom ab Wagentransformator. Die zwei Motorenpaare werden durch einen Steuerschalter für ganz gewöhnliche, direkte Steuerung, wie sie sonst für 2 Motoren nötig sind, in beiden Stromarten erst in Serie, dann parallel geschaltet, in jeder Schaltung zunächst mit Vorschaltwiderständen, die in Stufen abgeschaltet werden. Die Besonderheit des Betriebs in Städten und über Land erforderte im ersten Fall mit Gleichstrom geringere, im letztern mit Wechselstrom viel grössere Geschwindigkeiten; um dies zu erreichen, werden die bei Gleichstrombetrieb sämtlich in Reihe geschalteten Magnetspulen bei jedem Motor für den Wechselstrombetrieb in zwei parallel geschaltete Hälften geteilt.

Bei den *neueren Ausführungen von Wechselstrom-Motorwagen der G. E. Co.* ist dagegen für den Einphasenbetrieb *Regulierung* durch Spannungsänderung an einem Autotransformator durchgeführt, wie wir dies bei den Westinghouseschen Ausführungen der Indianapolis-Cincinnati-Bahn beschrieben. Die Motoren sind dann stets alle vier in Reihe; nach dem Normalschema wird die Spannung in fünf Stufen regliert. Zur Überschreitung der Stufen ohne Unterbrechung und Kurzschluss dient dann ebenfalls eine Drosselspule, als welche die Funkenlöschspule des Steuerschalters nebst einem Widerstande verwendet wird.

Die *Motoren* sind mit gewöhnlicher, elastischer Nasenaufhängung in den 2 Drehgestellen untergebracht und treiben jeder für sich mit Zahnkolben und Zahnrad, Zähnezahlen 19/71, auf eine der Wellen. Siehe das Bild eines Drehgestells, Nr. 98.

Es sind Einphasen-Kollektor-Motoren, die bekannten kompensierten Serienmotoren der G. E. Co. Sie haben einfache Reihenschaltung und sind vierpolige Motoren von 75 HP Normalleistung im Gleichstrom. Die Abbildungen 99 und 100 zeigen das Äussere. Das Gehäuse ist nicht durch eine Achsenebene in zwei Teile geteilt, sondern ganz, wie wir dies weiter vorn als auch für neuere grössere Gleichstrom-Bahnmotoren üblich bezeichneten. Dagegen sind seitlich grosse kreisrunde Schilde in das Gehäuse eingesetzt, die den Motor dort abschliessen und die Ankerlager tragen. Nach Lösung dieser Schilde können die ganzen Anker samt Lagern seitlich herausgezogen werden, eventuell nachdem der ganze Motor oder das ganze Drehgestell nach unten vom Wagen abgenommen worden wie bei amerikanischen Bahnen üblich. Das Magnetfeld ist ringförmig aus Blech lamelliert, der ganze Bau also ähnlich dem Stator eines Induktionsmotors. Insoweit sind die Motoren analog gebaut wie die bei „Rushville" beschriebenen Westinghouse'schen.

Auch das ganze Magnetfeld samt seiner Wicklung kann bei den neueren Motoren seitlich (axial) aus seinem Gehäuse herausgenommen werden. Die Hauptwicklung des Feldes sitzt verteilt in offenen Nuten des Stators, die Kompensationswicklung in Nuten dazwischen nach Art der Ryan'schen; es sind keine eigentlichen Polvorsprünge vorhanden, dagegen sind je zwischen den (4) Polen drei der Eisenzähne durch eingesetzte Messingzähne ersetzt. Durch die spezielle Verteilung der Wicklung soll die Armatur-Reaktion gut kompensiert und ein hoher Leistungsfaktor, besonders beim Hauptgebrauch mit grosser Geschwindigkeit, erzielt werden, auf welchen die G. E. Co. mit Rücksicht auf die Belastung der Kraftwerke und Zuleitungen glaubt grössten Wert legen zusollen.

Die Ankerwicklung hat *keine* Widerstände zwischen ihr und dem Kollektor. Sie besteht aus breiten Streifen Flachkupfer, die nach einem speziellen Verfahren der Länge nach geteilt sind; die halbbreiten Streifen sind dann 3 mal überkreuzt (in der Lage vertauscht). Dies Verfahren soll sehr gute Resultate für Verminderung der Wirbelströme ergeben haben. Es ist Wellenwicklung für 2 Bürstenlagen angewendet. Der Kollektor hat (für die za. 200 V Wechselstromspannung, 25 Perioden und 60 HP Normalleistung mit Wechselstrom) 165 Segmente. Im Betriebe bei den mitgemachten Fahrten sahen wir die *Kollektoren*, auch beim Anfahren, tadellos arbeiten, und ihr Zustand deutete auf dauernd sehr geringe Funkenbildung und Abnützung.

Die Motoren sind bestimmt, unter den angegebenen Schaltungen und Spannungen eine Maximalgeschwindigkeit von 69 km h zu geben, und leisten im übrigen unter jenen Bedingungen am Umfang der 86 mm-Laufräder maximale Anzugskräfte von etwa 700 kg mit Wechselstrom; mit Gleichstrom werden sie nicht wesentlich mehr beansprucht, würden aber gegen 1000 kg leisten.

Bild 102 zeigt die *Diagramme* dieser Motoren, wie sie nach Versuchen der Konstruktionsfirma sich ergaben. Soweit auf den mitgemachten Fahrten ohne besondere, genaue Versuche zu beurteilen, haben wir bei unserem Besuch diese Verhältnisse im allgemeinen bestätigt gefunden.

Die im Bilde erkennbare höhere Lage der Geschwindigkeitskurve bei Wechselstrom gegenüber Gleichstrom ist natürlich durch die erwähnte Schaltung und veränderte Spannung bedingt; es wird damit das erreicht, was, wie weiter oben erwähnt, für diesen Fall gewünscht wurde. Die geringere Zugkraft bei gleicher Stromstärke im Wechselstrom ist daher zunächst nur die zwingende Folge der gewünschten höheren Geschwindigkeit. Der Wirkungsgrad zeigt sich bei den

geringeren Geschwindigkeiten nicht sehr wesentlich verschieden; mit Inbegriff des Triebwerkes ist er bei den besonders in Betracht kommenden Geschwindigkeiten bei Wechselstrom etwa 5—7% geringer als bei Gleichstrom mit den für diesen hauptsächlich vorkommenden Geschwindigkeiten. Bemerkenswert gut, im wesentlichen Benützungsbereich wenig vom Werte 0,94 abweichend, zeigt sich der Leistungsfaktor.

Der *Transformator* ist unter dem Wagenboden aufgehängt, an der einen Längsseite in der Mitte. Er hat natürliche Luftkühlung; einerseits trägt sein Eisenkern aussen direkt mit ihm verbundene Abkühlungsrippen, anderseits lassen grosse Öffnungen an den Stirnseiten beim Fahren die Luft durch die Wicklungen streichen; siehe die Abbildung 101.

Die Hochspannungsleitungen sind bis zum Transformator in geerdeten starken Messingrohren geführt. Längere Erfahrungen über die Erhaltung der Isolation etc. in Feuchtigkeit, Staub und Schmutz liegen natürlich noch nicht vor.

Der *Steuerschalter* ist wie bereits bemerkt bei diesem ersten Wagen ein „K 28 Kontroller" für 2-motorige Gleichstromwagen ganz normaler Bauart.

Die *Vorschaltwiderstände* sind in der landesüblichen Ausführung aus wellenförmigen Gusseisenstreifen mit starker Kühlung durch durchstreichende Luft hergestellt und wie gewohnt unter dem Wagenboden plaziert, wie in der Abbildung des Wagens zu sehen ist.

Die *Umschaltwalze* von Gleich- auf Wechselstrom ist äusserlich und konstruktiv ähnlich beschaffen wie ein einwalziger Steuerapparat. Sie besorgt bei ihrer Drehung: Ab- oder Anschaltung der Zuleitung vom Gleichstromabnehmer, An- oder Abschaltung des Wechselstromabnehmers und der Sekundärspule des Transformators, Parallel- bezw. Serienschaltung der Magnetwicklungs-Hälften bei jedem der 4 Motoren, (die Kompensationswicklung bleibt stets in gleicher Weise in Reihe mit dem Anker) ebenso Parallel- bezw. Serienschaltung der Wicklungen des Motors für den Luftkompressor, endlich An- und Abschaltung eines kleinen Kompensators für die Erzielung der richtigen Spannung für Beleuchtung und Heizung.

Um im Falle irrtümlicher, gleichzeitiger Berührung beider Stromabnehmer an den beiden Fahrdrähten das Umschalten unter Strom zu verhüten, sind Verriegelungen vorhanden: Sowohl der Wechsel- als der Gleichstrom passieren vom Stromabnehmer her je einen kleinen Ölausschalter; diese beiden sind in einem Apparat vereinigt, und mit einem einzigen abnehmbaren Schlüssel nur derart bedienbar, dass immer nur einer von beiden eingeschaltet werden kann. Dieser selbe Schlüssel muss, bei dieser eingesteckt, zur Drehung der Umschaltwalze angewendet werden.

*Stromabnehmer.* Sowohl für Gleichstrom als Wechselstrom ist ein normales Rollentrolley verwendet, für Gleichstrom unmittelbar auf dem Dache vorn in der Mitte, für Wechselstrom hinten etwas seitlich und tiefer mittels eines Gestells auf besonderen Isolatoren befestigt (siehe das Wagenbild 78). Beide Ruten sind mit der gewöhnlichen Einholschnur versehen, die an der Wagenbrust mit dem bekannten Federeinholer versehen sind.

Die Fahrt mit diesem Stromabnehmer an dem ziemlich stark durchhängenden und schwingenden Fahrdrahte erweckte bei der grossen Geschwindigkeit bei uns fast Bedenken; diese Stromzuführung soll sich aber bewähren; der Kontakt schien auch wirklich ein ziemlich guter und ununterbrochener zu sein.

Dass die *Operation des Übergangs von Gleich- auf Wechselstrom* oder umgekehrt sich einfach und ohne Anhalten macht, sahen wir bei der Probefahrt

wiederholt, und zwar nach Angabe der uns begleitenden Herren bei einem, mit der Strecke noch nicht vertrauten Führer. Die Gleichstromrute wird vom Kondukteur von Hand niedergezogen und die Wechselstromrolle nachher ebenso angelegt, was freilich ziemliche Geschicklichkeit erfordert. Inzwischen bewegt sich der Wagen durch lebendige Kraft und besorgt der Führer die Umschaltung. Infolge der vorerwähnten Verriegelung sind dabei keine Irrtümer möglich; die Umschaltung vollzieht sich in einigen Sekunden.

*Bremsung:* durch Luftdruck. Ein unter dem Wagenboden aufgehängter *Kompressor* wird durch einen besonderen Reihenmotor angetrieben, der, wie bereits angedeutet, ebenfalls sowohl vom Gleichstrom als vom Wechselstrom betrieben wird unter Umschaltung der beiden Hälften seiner Magnetwicklung von der Hintereinander- in die Nebeneinanderschaltung.

Die *Heizung und Beleuchtung* geschieht vom Arbeits-Gleich- oder Wechselstrom, im letztern Falle unter Herstellung passender Spannung durch den erwähnten kleinen, besonderen Kompensator (Autotransformator).

*Signale* am Wagen sind: Eine Luftpfeife, gespeist von der Bremsdruckluft, und die üblichen Lampen an der Wagenbrust (Glühlicht).

*Kraft-, Umformer- und Transformerstation.* Die Anordnung der Energieübertragung ist bei dieser Anlage keine normale, weil sie mit vorhandenen Einrichtungen arbeiten musste, und zunächst für Gleichstrom eingerichtet war. Die Speisung der ganzen Linie von 25 km Länge wird von einer Umformerstation in Ballston Lake aus besorgt, unweit der Mitte der Linie.

Für den Gleichstrombetrieb gehen eine Reihe von Speiseleitungen von dort aus. Sie erhalten ihren Strom von Umformern, welche mit dem Drehstrom von 30000 V und 40 Perioden von der Hudson River Power Co. bedient werden, und Gleichstrom von 600 V erzeugen.

Für den *Einphasenbetrieb* wollte man von vorneherein nicht mit den vorhandenen 40 Perioden arbeiten; da 25 Perioden das in Nordamerika weitaus verbreitetste Normal für Drehstrom ist, der für Beleuchtungszwecke der Regel nach immer umgeformt wird, so hat man bisher dieselbe Frequenz auch für die Wechselstrombahnbetriebe akzeptiert. Die G. E. Co. stellte daher ebenfalls Generatoren für *25 Perioden* und 2200 V in diesem Unterwerke auf. Diese Generatoren sind angetrieben durch Gleichstrommotoren; es ist also zweimalige Umformung vorhanden, da es sich zunächst nur um einen Versuch und um rasche und bequeme Erstellung handelte.

Die provisorische Umformerstation entspricht lediglich einer *Transformatorenstation* bei Speisung aus einem „Normalwerk" mit 25 Perioden. Der Bereich dieser Speisestation würde somit einem Sektor von 25 km der Bahnlinie entsprechen. Das *definitive Umformerwerk* soll in Ballston Spa, am einen Ende (wohl mit Rücksicht auf Fortsetzung der Bahn) errichtet werden.

Im allgemeinen sieht die *G. E. Co.* für solche Verteilungen vor, dass die primäre Verteilung in der Höchstspannung in *Drehstrom* erfolge, in der Meinung, dass dieselbe auch anderen Zwecken als diesen Bahnzwecken dienen werde; sie projektiert dabei in den Transformatorstationen gleichzeitig mit der Herabsetzung der Spannung den Übergang auf *Zweiphasenstrom,* wobei dann von den Transformatorenstationen aus je eine Phase nach der einen, eine nach der andern Seite die Fahrdrähte speisen würde in voneinander isolierten Sektionen.

**4. Anlagekosten.**

Keine Informationen.

# C. Betrieb.

## 1. Verkehr.

Hierüber verweisen wir auf das bei der Schenectady Ry. allgemein Gesagte. Zu erwähnen bleibt nur, dass nur mit einzelnen Wagen gefahren wird, die belastet wohl bis zu 38 t wiegen werden, dass ferner die Maximalgeschwindigkeit 69 km/h beträgt und die durchschnittliche Fahrplangeschwindigkeit (Halte nicht inbegriffen) 51,5 km/h. Von der vollkommenen Einhaltung dieser Leistungen konnten wir uns auch auf den mitgemachten Fahrten überzeugen.

## 2. Arbeitsbedarf, Effekte und Wirkungsgrade.

Angaben der Bahnverwaltung aus längerem Betrieb konnten wir hierüber noch nicht erhalten.

*Die Resultate von einzelnen Versuchen*, ausgeführt durch die General Electric Co., ergeben dagegen das Nachstehende. Es handelt sich um Versuchsfahrten mit einem Wagen von 32 t Totalgewicht über eine Strecke von 2,57 km geraden und ebenen Geleises. Die Versuche sollten besonders die Verhältnisse des Anfahrens zeigen, über die am ehesten Zweifel herrschen konnten. Das Diagramm 103 gibt die Resultate. Die Beschleunigung ist beim Wechselstrom etwas geringer; es werden ungefähr 68 km/h erreicht mit Gleichstrom nach 110, mit Wechselstrom nach 150 Sekunden; mit beiden hätte sich die Geschwindigkeit auf 69 km/h erhöhen lassen, doch musste man wegen der Kürze der Versuchsstrecke nach diesen Zeiten ohne Strom auslaufen lassen und dann — bei Wechselstrom sofort — abbremsen. Die Stromentnahme betrug mit Gleichstrom, bei im Mittel etwa 610 V, beim Anfahren maximal (bei der Parallelschaltung) etwa 440 A, mit Wechselstrom, bei im Mittel etwa 440 V, im gleichen Falle etwa 700 A.

Für die konstante Geschwindigkeit mit 68 km/h ging die Stromstärke zurück auf za. 175 A Gleichstrom bezw. za. 260 A Wechselstrom. Alle diese Zahlen beziehen sich auf den *ganzen Wagen*, sämtliche 4 Motoren zusammen. Beim *Wechselstrom* sind sie natürlich ab *Transformator* genommen, d. h. dessen Verluste sind nicht inbegriffen. Die entnommene Zahl *Kilovoltampères* betrug maximal (unter Berücksichtigung der dort etwas gefallenen Spannung):

| | | |
|---|---|---|
| für das Anfahren | beim Gleichstrom 250, | beim Wechselstrom 256 KVA, |
| bei der Geschwindigkeit von 68 km/h . . . . | „ 107, | „ „ 114 „ |

nach erreichter voller Geschwindigkeit von 69 km/h würden sich etwa ergeben: Beim Gleichstrom 98, beim Wechselstrom 110 KVA. Für die vom Motor entnommene *scheinbare Leistung* sonach je nur ein unwesentlicher Unterschied.

*Verbrauchte Arbeit.* Diese ergibt sich aus den Kurven für diese Zeiten raschen Anfahrens und kurzer Fahrt per *Tonnenkm*

beim Gleichstrom zu 53,8 Voltampèrestunden oder Wattstunden,
„ Wechselstrom „ 78,0 „

Dabei ist aber in Betracht zu ziehen, dass $^2/_3$ bis $^3/_4$ der Fahrt auf die Beschleunigung, der Rest für Auslaufen und Abbremsen verwendet wurde, es sich also hier um Verhältnisse handelt, wie sie nur eintreten würden, wenn ungefähr alle $2^1/_2$ km anzuhalten und dazwischen höchstmögliche Geschwindigkeit erzielt werden müsste, d. h. für den, für diese Art Einphasenbetrieb wohl möglichst ungünstigen Betrieb. Für längere Fahrten, für welche diese Ausrüstung mit ihrer Maximalgeschwindigkeit bestimmt ist, wird der Wattverbrauch ganz wesentlich

geringer, und derjenige für die Wechselstrommotoren wohl ziemlich derselbe werden wie für die Gleichstrommotoren.

*Wirkungsgrade.* Für die Einzelwirkungsgrade der Leistung bei den *Motoren* sei nochmals auf die Diagramme 102 verwiesen. Darnach bewegt sich im praktischen Gebrauchsbereich der Fahrt, abgesehen von den Anlaufsperioden, der Wirkungsgrad *ohne* das Getriebe für den Gleichstrommotor etwa zwischen 85 und 92, für den Wechselstrommotor zwischen 84 und 90%; *mit* dem Getriebe für den Gleichstrommotor etwa zwischen 79 und 85, für den Wechselstrommotor zwischen 78 und 80%.

*Der Leistungsfaktor* für die im allgemeinen hauptsächlich in Betracht kommende Fahrperiode liegt etwa zwischen 0,92 und 0,94.

*Spannungs- und Effektverluste in den Leitungen.* Auch hierüber stellte die General Electric Co. Versuche an. Es wurde bestimmt per km Bahnlänge:

| Der Widerstand in Ohm | gemessen mit | | |
|---|---|---|---|
| | Gleichstrom: | Wechselstrom von 25 Perioden: | Verhältnis beider: |
| Für 1 km Fahrdraht hin, und 1 km Doppelgeleise zurück . . . . . . . . . . | 0,208 | 0,334 | 1,55 |
| Schlinge aus 1 km Fahrdraht hin, und 1 km do. zurück . . . . . . . . . . . . . | 0,395 | 0,518 | 1,31 |
| Davon die Hälfte . . . . . . . . . . | 0,198 | | |
| Sonach zu berechnen für 1 km Doppelgeleise allein . . . . . . . . . . . . . . . | 0,010 | | |
| Durch direkte Speisung für 1 km Doppelgeleise (beim Wechselstrom offenbar mit der Induktion von 1 Fahrdraht als Rückleitung) gemessen . . . . . . . . . | 0,0108 | 0,071 | 6,55 |
| Aus obigem ergibt sich für 1 km aus 2 Fahrdrähten parallel und 1 km Doppelgeleise zurück: . . . . 0,198 : 2 + 0,011 = | 0,110 | | |
| Für dasselbe durch direkte Messung . . | 0,110 | 0,192 | 1,76 |

Für den vorliegenden praktischen Betrieb käme also besonders die scheinbare Widerstandserhöhung von 0,208 auf 0,334 oder im Verhaltnis 1,55 in Betracht.

### 3. Unterhalt, Reparaturen und Betriebsausgaben im allgemeinen.

Die noch zu kurze Betriebszeit gestattete nicht, einigermassen zuverlässige Angaben über diese Kosten zu erhalten. Es wurde uns nur angegeben, dass irgendwelche Abweichungen des Verhaltens dieser Ausrüstung gegenüber den üblichen Gleichstromausrüstungen im Punkte der Abnützung oder notwendiger Reparaturen bisher nicht zu Tage getreten seien und nach dieser Richtung die ganze Anlage befriedige. Dass die Kollektoren der Motoren sich offenbar gut halten, davon konnten wir uns durch Augenschein überzeugen; dass dagegen die Ausgaben für Kohlebürsten wohl höher seien als bei Gleichstrom, schien uns wahrscheinlich.

### 4. Betriebseinnahmen.

Keine Angaben.

### D. Allgemeine Beurteilung.

Die besondere Bedeutung dieser Anlage liegt wie die der vorher betrachteten von Rushville darin, dass sie zeigt, dass der Einphasenbetrieb auch in dieser einfachen Gestalt den Anforderungen, die man in Amerika an schnelle Überlandlinien stellt, betriebsmässig ebenso gewachsen ist wie der Gleichstrom, wozu im normalen Falle die ja genugsam bekannten Vorteile der billigeren Anlage und des billigeren Betriebs zufolge Wegfalls von Unterwerken mit Maschinen und Überwachung kommen. Neben der allgemeinen Bewährung der Wechselstrom-Reihenmotoren in Bezug auf genügende Anzugskraft (Beschleunigung), funkenlosen Gang, Wirkungsgrad und hohen Leistungsfaktor wird bei dieser Anlage insbesondere die Konstatierung des Genügens dieser relativ sehr einfachen und billigen Art der Fahrdrahtaufhängung für grosse Geschwindigkeiten von Wert sein. Um hierüber ein endgültiges Urteil abgeben zu können, war indessen die Betriebsdauer zur Zeit des Besuchs wohl noch zu kurz, wenn uns auch gute Aussichten für die dauernde Bewährung vorhanden zu sein schienen.

## Versuchsbahn der Westinghouse El. & Mfg. Co. in East Pittsburg.

*Einphasen, Oberleitung; Bügel.*

### 1. Allgemeine Verhältnisse.

Die Westinghouse Electric & Mfg. Co. hat eine längere Versuchsbahn eingerichtet, welche von ihren Werkstätten in East Pittsburg gegen Wilmerding geht, beinahe horizontal, jedoch mit sehr vielen Kurven von kleinem Radius, Strassenübergängen und dgl. Sie bietet Gelegenheit, die Linienkonstruktion bei den verschiedensten Objekten zu zeigen; für Dauerfahrten grösserer Geschwindigkeit ist sie nicht lang genug. Sie ist mit dem normalen Material der amerikanischen Dampfbahnen angelegt.

### 2. Elektrische Einrichtungen.

*Verschiedene versuchsweise Anordnungen des Fahrdrahtes* sind ein besonderer Zweck dieser Versuchslinie und sehr bemerkenswert. Diese Anordnungen für Hochspannungs-Wechselstrombetrieb weichen von den für die Indianapolis-Cincinnati-Bahn angewandten und dort beschriebenen ab.

Es handelt sich ausschliesslich um *Vielfachaufhängungen,* speziell *Kettenlinienaufhängung* („catenary line"). Zu dieser Konstruktion haben hier wie anderwärts geführt:

1. Die Notwendigkeit, für Hochspannungsbetrieb eine bessere Isolation anwenden zu können als sie bei den gewöhnlichen Hängeisolatoren möglich ist.

2. Die Mängel einer Aufhängung, bei welcher der Fahrdraht stärkere Durchhänge besitzt, für Betrieb mit den in Frage kommenden grossen Geschwindigkeiten. Hat man auch im allgemeinen, wie die Gleichstrom-Interurbanlinien uns gezeigt haben, in Nordamerika diesen Mängeln bei Niederspannung wenig Bedeutung beigemessen, so scheint man doch für Hochspannung wegen der grösseren Gefährdung durch Drahtbruch, und für wichtigere Bahnen wegen der

Betriebsunsicherheit, ebenfalls die Notwendigkeit einer Konstruktion erkannt zu haben, bei welcher Schläge zwischen Stromabnehmer und Fahrdraht, und das Hüpfen und Schwingen beider möglichst vermieden werden.

Die erste auf dieser Versuchsbahn angewandte *einfache Ausführung der Kettenlinienaufhängung* benützt grosse Rollenisolatoren aus Porzellan, die mit ihrer durchgehenden zylindrischen Öffnung auf horizontale Auslegerarme gesteckt sind. Die Figuren 5, 6 und 7 der Tafel 11 sollen das System veranschaulichen. In der Geraden normalerweise alle 30 m (event. auch alle 36 m) befindet sich ein Holzmast mit Ausleger als Aufhängepunkt. Die Ausleger, aus T-Eisen und za. 3 m lang, sind mit schief aufwärts gehenden Stahlstangen an die Holzmasten aufgehängt; unter den horizontalen Auslegerarmen ist das Profil frei. In das Loch der Porzellanisolatoren ist ein Futter aus Temperguss eingekittet, welches beidseitig in Schellen mit Schrauben zur Befestigung am Auslegerarm endigt (Fig. 6). Um die Mitte der Isolatoren schlingt sich ein Eisenband, das unten eine zweiteilige Klammer trägt, die, mit Schrauben zusammengepresst, das Tragkabel („messenger wire") vollständig umfasst und an jeder Längsbewegung hindert; seitlich dagegen kann das Tragband etwas nachgeben. Die Klammern an den Isolatoren tragen auf jeder Seite einen schief abwärts stehenden, das Tragkabel mit Abstand umfassenden Bügel aus starkem Eisendraht. Dieser hat den Zweck, im Falle der Entgleisung irgend einer Stromabnehmerkonstruktion dieselbe zu hindern, an den Isolator zu schlagen und ihn zu zertrümmern.

Das *Tragkabel* aus Stahldraht ist aus 7 dünneren Kabeln verseilt und hat etwa 11 mm Durchmesser.

In der Geraden ist der Fahrdraht mittels gerader, fester Hängeglieder aus galvanisiertem, hämmerbarem Eisen am Tragkabel befestigt. Diese Hänger haben runden Querschnitt und endigen beiderseits in zweiteilige, mit Schrauben zusammengezogene Klemmglieder, von denen das obere das Tragkabel vollständig, das untere den oberen Teil des *Fahrdrahtes* umfasst, dessen Profil ungefähr der 8 entspricht, die ziemlich starke Rinne etwas über halber Höhe. Die solchergestalt feste Konstruktion lässt keine Verdrehung des Profildrahtes zu. Die Hänger sind in je 3 m Entfernung angebracht, auf eine Spannweite von 30 m also deren 10, gleichmässig verteilt, doch so, dass die Aufhängung des Tragdrahtes an den Isolatoren jeweilen in die Mitte zwischen zwei Hänger fällt. Dort hängt der Fahrdraht ungefähr 43 cm unter dem Tragdraht; im übrigen sind bei 30 m Spannweite 4 verschiedene Längen von Hängern verwendet, in der Mitte 4 gleiche von 19 cm Länge (Fig. 7). In den Kurven von grösserem Radius und in der Geraden alle 300 m wird, um ihn über der Geleisemitte zu halten und die ganze Kettenlinienaufhängung vor dem Umkippen und Ausweichen zu bewahren, der Fahrdraht durch einen, von ihm schief aufwärts gehenden Eisenrohrarm in seiner Stellung gehalten. Dieser Arm umfasst den Fahrdraht mit einer Klammer wie die Hänger, den Auslegerarm mit einer Schelle und einem gleichen Isolator wie sie den Tragdraht tragen. (Siehe Figur 5.) In engen Kurven wird mit ähnlichen Mitteln der Fahrdraht mit Spannseilen seitlich fixiert.

Eine ähnliche, *einfache Kettenlinienausführung mit Aufhängung an Querspanndrähten* findet sich ebenfalls bei Westinghouse. Es sind dabei 2 Querspanndrähte untereinander verwendet, die durch Hänger miteinander verbunden sind und selbst eine ziemlich feste Konstruktion bilden. An ihr sind mit gleichen Porzellanrillenisolatoren wie erwähnt der Tragdraht und der Fahrdraht aufge-

hängt; auch die Querspannkonstruktion selbst findet sich hier durch solche Isolatoren von den Masten isoliert.

Mehr Gewicht legt die Firma auf eine *„Doppelkettenlinienaufhängung“* die sich auf der Versuchsstrecke findet. Die Figuren 8, 9 und 10 der Tafel 11 zeigen deren schematische Anordnung. Diese Konstruktion ist hervorgegangen aus dem Bedürfnis, eine möglichst solide, sichere und wenig schwingende Oberleitung für grosse Geschwindigkeiten und schwersten Betrieb zu erhalten. Sie hat zwei Tragkabel nebeneinander in gleicher Höhe, welche in der Mitte unter sich einen Fahrdraht tragen. Feste Dreiecke aus Querverbindungen und schiefen Aufhängern verbinden in Abständen von 3 m die zwei Tragdrähte und den Fahrdraht. Es wird so in der Tat eine Konstruktion geschaffen, die sehr solid sein muss und seitlich wie nach der Höhenlage keine starken Schwingungen machen kann, ohne dass sie deswegen unelastisch wäre. Aufgehängt und isoliert kann das Ganze werden mit beliebig starken, stehenden Hochspannungsisolatoren für beliebige Spannung. Diese selbst sind teils auf starken Auslegearmen seitlich stehender Gittermasten (Fig. 9), teils (besonders für mehrgeleisige Bahnen so gedacht) auf leichten Gitterbrücken zwischen links und rechts aufgestellten Gitterständern (Fig. 10) befestigt. Die Stärke der Konstruktion erlaubt eine grössere Distanz der Befestigungsmasten bezw. -Brücken. Die Firma sieht in dieser Ausführung die zukünftige Leitungskonstruktion für Hochspannungsbetrieb von Vollbahnen.

Eine *seitliche* Fahrleitung, bestehend aus festen Schienen, ungefähr 1 m unter Wagendachhöhe, für eine Betriebsspannung von 6600 V, sahen wir ebenfalls auf dieser Linie versuchsweise angewandt; doch wurde dieser Art keine grosse Bedeutung beigemessen.

Bei den verschiedenen Probefahrten, die wir mit Lokomotiven und Motorwagen auf der Versuchsstrecke machten, konnten wir uns überzeugen, dass die geschilderten Kettenlinienaufhängungen sehr gut, schlaglos und mit gleichmässigem Kontakt, ohne Hüpfen der Stromabnehmer funktionieren. Dies sowohl bei dem beschriebenen Bügel-Stromabnehmer wie bei dem später (bei der Einphasenlokomotive) zu erwähnenden Parallelogramm-Abnehmer.

Die gewöhnliche Kettenlinienaufhängung zeigte noch leichte, aber unschädliche seitliche Schwingungen des Fahrdrahtes; bei der Doppelkettenlinie waren auch solche kaum zu bemerken.

### 3. Rollmaterial.

*Motorwagen* und *Lokomotiven* zirkulieren auf der Versuchslinie.

*Motorwagen.* Von besonderem Interesse waren uns Motorwagen mit neuester Ausrüstung, welche gegenüber den von der Firma für die Linie Indianapolis-Rushville gelieferten verschiedene Abweichungen und Verbesserungen aufwiesen. Es handelte sich um einen Wagen lediglich für Wechselstrombetrieb und einen zweiten für Wechselstrom- und Gleichstrombetrieb.

Die *allgemeine Konstruktion:* Wagenkasten, Innenausrüstung, Drehgestelle u. s. w. ist wesentlich dieselbe wie bei den vorerwähnten, früher beschriebenen Wagen.

*Elektrische Ausrüstung.* Die Einrichtungen für die Kühlung von Transformatoren durch die beim Fahren natürlicherweise durchgetriebene Luft ist gegenüber den ersten Ausführungen für Rushville u. s. w. abgeändert. Die dort auf den Stirnseiten, direkt gegen die Fahrrichtungen angebrachten Kühlöffnungen

haben sich trotz der Vorkehren, die man gegen das Eindringen von Schnee und Schmutz glaubte getroffen zu haben, wie es scheint nicht überall bewährt. Einesteils wurden nun die Kühlöffnungen seitlich angebracht anstatt gegen die Fahrrichtung, andernteils die Transformatoren gegen den natürlichen, oft Feuchtigkeit einführenden Luftzug ganz abgeschlossen und durch kleine Ventilatoren künstlich gekühlt. Der Kraftbedarf für diese künstliche Kühlung ist für einen Wagen ungefähr 1 Hektowatt.

Der Wagen für Gleichstrom und Einphasenstrom hat 4 Motoren zu 75 HP, derjenige für Wechselstrom allein 4 Motoren von je 150 HP Normalleistung.

Der Bau der *Motoren* ist übrigens derselbe wie bei Rushville beschrieben. Sie sind ebenfalls für normal 250 V Spannung gebaut; es ist dies bei der Firma Westinghouse für Einphasenmotoren als Norm angenommen, in der Meinung, dass bei höherer Fahrdrahtspannung lediglich der Wagentransformator ein anderes Übersetzungsverhältnis erhalten soll.

Nach den Druckschriften der Westinghouse Co. verfolgt dieselbe für ihre Einphasen-Kollektor-Seriemotoren eine andere Tendenz als die G. E. Co. mit Bezug auf den Leistungsfaktor. Westinghouse macht geltend, dass, wenn man einen hohen Leistungsfaktor auch bei geringen Geschwindigkeiten erhalten wolle, dies notwendig einen grösseren Wert des Verhältnisses der Energiekomponente zur wattlosen Komponente bedinge. Umgekehrt werde ein Motor mit durchwegs geringen effektiven Verlusten, die doch das Wesentliche seien, bei geringer Tourenzahl notwendig einen geringeren Leistungsfaktor haben, der hier auch unschädlich sei, denn lediglich bei normalen Tourenzahlen und mittleren oder maximalen Leistungen habe der Leistungsfaktor für Zuleitung und Produktion der Energie wesentliche Bedeutung. Die charakteristischen Kurven des Motors 91 dieser Art (75 HP normal) zeigt das Diagramm 104. Der Wirkungsgrad beträgt für den Motor bei Normalspannung *samt Getriebe* innerhalb des praktischen Benützungsbereichs etwa zwischen 85 und 88 %. Geschwindigkeit und Zugkraft in Abhängigkeit vom Strom für den Motor von 150 HP normal (No. 106) ist ferner ersichtlich aus Figur 105. Geschwindigkeit, Zugkraft und Leistung zeigen keinen wesentlich anderen Verlauf als bei Gleichstrom-Reihenmotoren.

Bei einer Probefahrt mit dem *Einphasenwagen* konnten wir konstatieren, dass auch diese 150 HP-Motoren mit praktisch funkenloser Kommutation arbeiten, sowohl beim Anfahren wie bei voller Leistung während der Fahrt mit normaler Geschwindigkeit (bei beobachteten 800 bis 850 A Strom in der Sekundärspannung für den Motor, dessen Diagramm (105) bis 900 Amp. maximal angegeben ist). Auch das Aussehen der Kollektoren zeugte für mässige Abnützung.

Bei der Fahrt konnten wir für den Sekundärstrom die Werte ablesen: 800 A $\times$ 270 V = 216 KVA; gleichzeitig am Wattmeter: 200 KW; somit $\cos \varphi = 0.93$; ferner 850 A $\times$ 270 V = 229 KVA und gleichzeitig am Wattmeter: 220 KW; somit $\cos \varphi = 0.95$. Diese Werte beziehen sich auf Fahrt mit einer Geschwindigkeit von zirka 72 km/h.

Für *die Regulierung der Fahrgeschwindigkeit* findet sich in den früheren Druckschriften der Westinghouse-Gesellschaft als vornehmstes Mittel die Spannungsregulierung durch einen „Induktionsregulator". Die Reduktion der Fahrdrahtspannung auf Gebrauchsspannung war durch einen einspuligen Transformator bewirkt, die Veränderlichkeit der Motorspannung aber dadurch, dass an einen Teil der Windungen dieses Autotransformers ein „Induktionsregulator" angeschlossen ist, von ähnlicher Konstruktion wie etwa zur Spannungsregulierung in stehenden Lichtanlagen gebräuchlich: Der Induktionsregulator bildet einen

Transformator, dessen Sekundärwicklung auf drehbarem Kerne sitzt und deren Windungen daher gegenüber den Primärwindungen bezw. dem Felde verdreht werden können. Primär- und Sekundärwicklungen wurden in Reihe an die betreffenden Windungsklemmen des Autotransformators angeschlossen, der Motor sodann zwischen eine Aussenklemme des Autotransformers und das gemeinsame Ende der Sekundärwicklung und der Primärwicklung des Induktionsregulators; die Spannung des Motors regulierte sich somit durch die Stellung des drehbaren Induktionsregulatorteils, dessen Spannung additiv oder subtraktiv wirken konnte. Die Drehbewegung erfolgte in den ersten Ausführungen durch einen kleinen Druckluftmotor, mit Betrieb von der Bremsluft her, und sie wurde gesteuert durch elektromagnetisch ausgelöste Luftventile. Dieses System sollte, neben der Vermeidung von Verlusten durch Widerstände und daheriger Erzielung hohen Wirkungsgrades für alle Spannungen und Geschwindigkeiten, insbesondere die Notwendigkeit der Unterbrechung der starken Sekundärströme bei der Regulierung vermeiden, und die letztere ausserdem zu einer allmähligen machen. Denn bei der nur geringen Spannung, die man den Einphasenmotoren für gutes Funktionieren zumessen konnte (wie erwähnt 250 V), ergeben sich schon bei Einheiten von normal 150 PS bedeutende Ströme, maximal bis etwa 1000 A. *Diese Regulierung durch Induktionsregulator,* die sich verschiedentlich in der Litteratur geschildert findet und eine Zeitlang in einigen Anlagen praktisch ausprobiert wurde, *ist nun* von Westinghouse, wie es scheint vollständig, *verlassen.* Die Induktionsregulatoren wurden sehr umfangreich, schwer und teuer; sie machten, wie wir vernahmen, auch ein sehr unangenehm empfundenes Geräusch in den Motorwagen.

*Die Regulierung der Sekundärspannung und Geschwindigkeit durch stufenweise Schaltung verschiedener Windungszahlen am Autotransformator* ist nun überall als normal, so auch bei dieser neuesten Konstruktion von Einphasenmotorwagen, durchgeführt.

Der *Autotransformator,* gekühlt wie vorbeschrieben, übersetzt von 3300 auf (maximal und ausnahmsweise) 300 V, normal 250 V und stufenweise darunter. Ein zur Bedienung von 2 Motoren à 150 HP Normalleistung dienender Transformator ist bezeichnet als für „150 KW“, und zwar soll er nach erhaltenen Angaben diese Leistung *dauernd* geben bei 40° Temperaturerhöhung, und er soll in dieser Grösse für die wirklich vorkommende variable Belastung der Motoren richtig bemessen sein. Für die Maximalleistungen der Motoren muss er wohl bis gegen das dreifache dieser Leistung abgeben können.

Die Stufenschaltung der Transformatorwindungen geschieht mit Hülfe einer besonderen, unter dem Wagenkasten untergebrachten und ziemlich grossen Drosselspule („Reactance coil“, „preventive coil“), deren beide Enden an die benachbarten Enden je einer Windungsabteilung des Autotransformers angeschlossen werden, und zwar so, dass beim Schalten abwechslungsweise die eine und dann wieder die andere Endklemme der Drosselspule mit dem folgenden Transformatorkontakt in Verbindung kommt, während die Mitte der Drosselspule beständig an die Motoren angeschlossen ist.

Bei den Ausführungen für kleinere Leistungen und Einzelwagen soll die Nachschaltung an die Stufenklemmen des Autotransformers durch eine Steuerwalze gewöhnlicher Art direkt ausgeführt werden. Bei den besichtigten Motorwagen grösserer Leistungen, bestimmt für Betrieb ganzer Züge mit mehreren Motorwagen, war eine, neuerdings normale Betätigung durch das elektropneumatische *Vielfachsteuerungssystem* mit Wechselstrombetrieb angebracht. Die früher auch für Wechselstrombahnen vorgesehene, und bei den ersten Rushvillewagen noch

verwendete 14 V-Akkumulatorenbatterie als Quelle für den Steuerstrom ist bei diesen neuen Wagen aufgegeben und soll es auch für die Zukunft bleiben. Der Steuerstrom wird nun mit 50 V von einer besonderen Klemme des Autotransformers entnommen, und die Elektromagnete des Vielfachsteuersystems sind die schon früher als normal beschriebenen, für Wechselstrom speziell eingerichteten. Nicht allein die einfachere Anlage und die Vermeidung einer Batterie und deren Aufladung, sondern, wie bereits früher bemerkt, wohl auch die zu unsichere Wirkung der geringen Spannung von 14 V haben offenbar zu dieser Änderung geführt.

Die Motoren sollen für eine Maximalgeschwindigkeit von za. 90 km/h gebaut sein; wir selbst erreichten bei der Versuchsfahrt auf der nur kurzen Strecke etwa 72 km/h. Sie sollen dem Wagen (von 38 t Leergewicht samt Ausrüstung) eine Beschleunigung von za. 0,67 m/Sec.$^2$ erteilen können. Jedenfalls konnte uns die Probefahrt überzeugen, dass die Beschleunigung praktisch mehr als genügend, für unsere inländischen Begriffe sogar sehr gross ist, das Anfahrdrehmoment also vollauf den Anforderungen entspricht.

Für die *Beleuchtung* wird der Strom mit *100 V* von einer Klemme des Transformators entnommen, und für den *Kompressormotor* für die Bremsdruckluft ebenfalls. Dieser Motor ist ein Seriemotor gleicher Art wie die Hauptmotoren.

*Der neueste Motorwagen für abwechselnden Gleichstrom- und Einphasenbetrieb* unterschied sich von dem eben beschriebenen für reinen Wechselstrombetrieb wesentlich durch folgendes: Er enthält 4 Motoren zu je 75 HP normaler Gleichstromleistung, jeden auf eine der 4 Achsen der zwei Drehgestelle antreibend. Er ist für Betrieb mit 6600 V Wechselstrom-Fahrdrahtspannung gebaut; sein Autotransformer übersetzt von 6600 auf 542 V maximal; er ist bei 25 Perioden für 150 KW Dauerleistung mit 40° Temperaturerhöhung dimensioniert, mit künstlicher Kühlung durch kleinen Ventilator von za. 1 Hektowatt Verbrauch. Die Regulierung geschieht beim Wechselstrombetrieb wie bei dem vorbeschriebenen Wagen; dabei sind stets je 2 der Motoren bleibend in Reihe geschaltet, sodass die einzelnen Motoren für 250 V gebaut sind. Im übrigen geschieht dann für Gleichstrom die Regulierung durch Serienparallelschaltung mit Vorschaltwiderständen, wie bei der Rushvillebahn beschrieben.

*Stromabnehmer.* Für die genannten Triebfahrzeuge der Westinghouse'schen Versuchslinie wird, gleich wie für die bisher von dieser Firma gelieferten Motorwagen für Wechselstrom, als Stromabnehmer der zweigelenkige Bügel (bow trolley) verwendet. Der untere Teil dieses Bügels bildet ein Rechteck, das um die untere, kurze horizontale Seite drehbar ist, während die langen Seiten 2 parallel verlaufende Stahlrohre darstellen. Dieser Teil, im Gebrauch schief aufwärts stehend, wird durch starke Federn nach oben gepresst und gibt erst stärkerem Drucke nach unten nach; er soll sich einer allgemein höheren oder tieferen Lage des Fahrdrahts anpassen, was bei der besichtigten Ausführung innerhalb einer Differenz dieser Lage von ungefähr 2,40 m geschehen kann. Der obere, kurze und sehr leichte Teil bildet den eigentlichen Bügel; er ist um sein unteres Ende um horizontale Achse am untern Teil drehbar, und wird mittels Gestänge, Zugseilen und leichten Federn für sich aufgerichtet; er gibt leichterem Drucke nach, folgt so den kleinen Ungenauigkeiten der Höhenlage des Fahrdrahts, und kann sich mit der Fahrrichtung umlegen, ohne dass der untere Teil umgelegt wird. Die Kontaktschiene des Bügels ist za. 1,80 m lang (quer zur Geleiseachse), leicht gebogen und aus Aluminium. Der Bügel kann heruntergeholt werden in vollständig horizontal ausgestreckte Lage beider Teile; das Auf-

richten geschieht mittels Pressluft durch einen besonderen Hahnen im Führerstand. Im Bilde 94 ist die ganze Bügelkonstruktion ersichtlich. Dieser Bügel scheint sich für Hochspannung bei den grössten Geschwindigkeiten sehr gut zu bewähren; wir konnten hier bei Pittsburg denselben ruhigen Gang und ununterbrochenen Kontakt beobachten wie bei Ruhsville.

# The Aurora Elgin & Chicago Ry.

*Interurbanlinie schweren und schnellsten Verkehrs; Gleichstrom dritte Schiene.*

## A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Das Bemerkenswerte bei dieser Bahn ist, dass sie, nach amerikanischen Begriffen eine Interurbanlinie, an Verkehrsleistung im Personenverkehr unseren grossen Dampfvollbahnen gleichkommt, manche derselben übertrifft, und an Geschwindigkeit so weit geht, als mit Rücksicht auf die eigentliche Bahnanlage im allgemeinen zulässig sein wird. Die Zugsgewichte erreichen die unserer schwerern Personenzüge (240 t, 600 Personen); die Zugsfrequenz ist weit grösser als bei unsern Dampfvollbahnen (bis zu 1 Zug jede $^{1}/_{4}$ Stunde in jeder Richtung).

Die Bahn verbindet Chicago mit dem Tal des Fox River, za. 65 km westlich vom Zentrum der Stadt. Am genannten Fluss befinden sich einige Städte, worunter Aurora (22000 Einwohner), Elgin (ähnlicher Grösse) und Batavia (etwas grösser), ferner unterwegs einige ähnliche wie Wheaton, Glen Ellyn, Elmhurst etc. Dann bedient die Bahn eine Anzahl von Vergnügungs- und Sportplätzen, z. B. den Chicago Golf Ground (45 km vom Stadtzentrum), ungefähr ein halbes Dutzend Parke, namentlich am Foxfluss, die sehr besucht sind als Fisch-, Ruder- und Badeplätze sowie für Sport und Spiel aller Art, und die mit Erfrischungsanstalten und dgl. eingerichtet sind. Solche Anlagen sind z. T. mitsamt den Restaurants Eigentum und Unternehmung der Bahngesellschaft selbst, so z. B. der Glenwoodpark bei Batavia. Aus alledem ein gut genährter, geschäftlicher Werktagsverkehr und ein gewaltiger Samstags- und Sonntagsverkehr im Sommer und Herbst. Es werden auch *Speisewagen* geführt und etwas Expressgut befördert.

An die Hauptstrecke Chicago-Wheaton schliessen sich nach Nordwest und Südwest zwei Äste an, nach Elgin (67 km) und nach Aurora (64 km); vom letztern geht ein Zweig nach Batavia (65 km). Die letztgenannten drei Orte sind im Tal des Foxflusses durch eine leichte Trolley-Interurbanlinie verbunden, die mit der A. E. & Ch. Ry. in Verbindung steht; beide verbessern gegenseitig ihren Verkehr.

Bahnanlage und Wagenmaterial entsprechen den amerikanischen Fernvollbahnen mit Dampfbetrieb; der überall eigene Bahnkörper hat glücklichste Steigungs- und Krümmungsverhältnisse.

Auch diese Bahn hat die Eigentümlichkeit der amerikanischen Interurbanlinien, mit ihren Zügen das Stadtinnere an zahlreichen Haltestellen unmittelbar zu bedienen; dies geschieht aber hier nicht auf der Strassenbahn, sondern auf der Stadthochbahn, deren zentrale Schleife (Loop) die Wagen dieser Gesellschaft neben den verschiedenen Stadtbahngesellschaften befahren.

Mit der A. E. & Ch. Ry. läuft auf der ganzen Linie bis Aurora eine Dampfbahn aufs engste parallel.

## B. Bauliche Anordnung und Ausdehnung der Anlage.

### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

*Spurweite* die normale.

*Länge* der Bahn: Von ihrem Abgangspunkt in Chicago bis zur Verzweigung in Wheaton 41 km; bis hieher zweigeleisig. Von hier Zweig nach Elgin 26 km, nach Aurora 22,5 km, Abzweigung nach Batavia 9,5 km; diese Zweige eingeleisig. Das innere Ende bei der Stadthochbahn ist nicht Eigentum der Gesellschaft, welche daher bei total rund 100 km betriebener Strecke nur 88,5 km „right of way" und eigene Bahnlänge besitzt; Geleiselänge im ganzen 127 km. Feste Haltestellen oder Stationen sind 25 vorhanden, bei den 100 km Bahnlänge somit auf mittlere Distanz von 4 km.

*Rampen* i. allg. sehr wenige und kurze. Ausser der Einfahrtsrampe auf die städtische Hochbahn mit viel grösserer Steigung, die langsam befahren wird, beträgt die Maximalsteigung 19,5‰.

*Minimalradius* auf der eigenen, mit bis 100 km/h befahrenen Strecke 274 m, auf der langsam befahrenen Hochbahnstrecke 31 m.

*Unterbau und Oberbau:* Durchwegs eigener Bahnkörper, eingefriedigt. Schotter besser als bei manchen andern Interurbanlinien und so gut wie bei Volldampfbahnen landesüblich, nach unseren Begriffen aber immerhin mittelmässig; auf der inneren Strecke Flusskies, auf den äusseren zerschlagene Sandsteine, jedoch mit Sand und Erde gemischt. (Wirth): Schotterhöhe unter Schwellen 15—30 cm. Untere Breite des mit Ballast versehenen Bahnkörpers = 2,73 m.

Hölzerne Schwellen von 150 × 200 × 1828 mm. Jede fünfte Schwelle ist länger (2743 mm) zur Befestigung der dritten Schiene; unter den (versetzten) Schienenstössen liegen je zwei Schwellen nahe beieinander. 32 Schwellen pro Schiene, bei einer Schienenlänge von 18,28 m.

Die *Schienen* sind schwerer als bei bisher besprochenen Interurbanlinien, nämlich 39,8 kg/m; sie werden ohne Zwischenplatten mit je einem einzigen Nagel auf der Schwelle befestigt.

*Kreuzungen mit andern Bahnen* sind wenige vorhanden. Einige derselben (nach Angabe der Bahn da, wo sie im Gefälle liegen), sind mit den bereits beschriebenen Entgleisungsvorrichtungen versehen und mit Signalen, die mit denen der Dampfbahn verriegelt sind.

*Niveaukreuzungen mit Wegen und Strassen:* Für amerikanische Verhältnisse sind ziemlich viele da. Sie sind ohne Bewachung, dagegen finden sich bei Hauptstrassenübergängen selbsttätige Signale, welche durch den herannahenden Zug betätigt werden. Sie lassen rechtzeitig und bis zum Passieren des Zuges eine Glocke ertönen, und entzünden überdies beidseitig der Bahn eine Glühlampe hinter rotem Glas.

*Stationsbauten:* Bei den gewöhnlichen Haltestellen i. allg. nur Holzschuppen, einseitig offen und klein, wie bereits skizziert. Geschlossene Warteräume an den grösseren Stationen, in Gebäuden die meist gleichzeitig ein Umformerwerk enthalten.

*Signale.* Nur Weichensignale, ähnlich wie bei anderen Interurbanlinien beschrieben.

### 2. Elektrische Einrichtungen.

*System im allgemeinen.* Betrieb mit Gleichstrom von 500—600 V mit „dritter Schiene"; ein kurzes Eigendienstgeleise mit Oberleitung. Der Gleich-

strom wird in Umformerwerken erzeugt, welche ihrerseits Drehstrom von 26000 V und 26 Perioden von einer einzigen Dampfkraftzentrale erhalten.

*Leitungen. Dritte Schiene.* Diese hat Vignolprofil, 49,2 kg/m Gewicht, und besteht aus Weichkohleneisen (low carbon). Sie ist befestigt auf Weichgusskappen, welche Isolierstücke aus mit Paraffin imprägniertem Hartholz überdecken. Diese Konstruktion für Befestigung und Isolation dritter Schienen ist bisher oft in Amerika verwendet worden. Die Holzstücke sind ungefähr Würfel von 12 cm Seite. Sie sollen genügend isolieren, werden aber etwa rissig und brechen dann auseinander. Die Bahningenieure denken an Einführung von Ersatz durch die neuerdings aufgekommenen Isolierblöcke aus „Reconstructed granite", die wir bei andern Bahnen finden und dort besprechen werden. Die Holzwürfel sitzen auf Gussfüssen, welche auf die bereits erwähnte längere Holzschwelle geschraubt sind. Die Isolation der Schiene durch die Holzblöcke ist, wie bemerkt, durchaus befriedigend; der Stromverlust durch Isolationsmangel soll bei ungünstigstem Wetter höchstens etwa 1 % (der Maximalleistung) betragen. Die Stossverbindungen der dritten Schiene bestehen aus geraden Eisenlaschen, die mit einem Bolzen jederseits am Steg befestigt sind; zur elektrischen Verbindung ist ausserdem unterhalb des Schienenfusses je ein starker Kupferverbinder angebracht, bestehend aus dünnen, biegsamen Lamellen von ungefähr 100 $mm^2$ Totalquerschnitt, endigend in angepresstem, beidseitig in die Schiene eingenietetem Kopf. (Ähnlich wie Bild 6, Fig. 4.)

Die dritte Schiene ist nicht geschützt, i. allg. auch in den Stationen nicht. Sie liegt dort womöglich auf der, der Einsteigbühne abgewandten Seite des Geleises. Bei Wegkreuzungen reicht die unbeschützte dritte Schiene bis dicht an den Weg, so dass die beiden Kontaktschuhe eines Wagens i. allg. die Lücke überbrücken. Doch kommen auch Kreuzungen von Hauptstrassen vor, bei denen die Unterbrechung grösser als die Wagenlänge ist und beim Befahren mit nur einem Wagen der Strom in diesem unterbrochen wird; die Züge mit zwei Motorwagen überbrücken dagegen alle Unterbrechungen der dritten Schiene. In jedem Wagen wird ein Hülfskabel geführt (jedoch kaum je gebraucht), um bei Steckenbleiben auf der Lücke den Schuhen Strom zuführen zu können.

*Elektrische Verbinder der Fahrschienen* (Rückleitung) sind an jedem Stoss jeder Schiene je zwei vorhanden, von gleicher Konstruktion wie oben für die dritte Schiene beschrieben.

Die *Hochspannungsdrehstromleitungen* (26000 V) laufen mit den Diensttelephonleitungen auf eigenem, hölzernem Gestänge am Rande des Bahnkörpers; Hochspannungsleitung oben, in ungleichseitigem Dreieck angeordnet, ein Isolator auf der Stangenspitze und zwei auf Holztraversen, mit zirka 100 bezw. 120 cm Draht-Entfernung.

Bemerkenswert ist, dass hier *sowohl die Hochspannungsleitung als jede der zwei Telephonschleifenleitungen verdrillt sind,* zur Vermeidung der Induktion. Bei der Hochspannungsleitung findet jede Meile (d. h. zirka alle 1600 m) ein Wechsel der Drahtstellung statt, bei jeder Telephonschleife alle vier Stangen, d. i. alle 120 m. Es ist dies die weitestgehende Verdrillung die wir sahen. Im übrigen sind die vier Telephondrähte auf einer Holztraverse zirka 2 m unter der Hochspannung montiert. Die Stangenbilder und die Verdrillungen sind aus den Skizzen 3, 4 und 5 der Tafel 14 ersichtlich.

*Umformerwerke* sind im ganzen sechs vorhanden, also auf mittlere Distanz von zirka 16 km. Jedes Werk hat zwei Umformer von je 500 KW Gleichstromleistung (einankerig) und keine Akkumulatoren. Diese Unterwerke sind

höchst einfach; Transformatoren, Hochspannungs- und Niederspannungs-Schaltanlage und Umformer sind in einem Raum zu ebener Erde untergebracht. Daran schliesst sich ein Zimmer für einen Angestellten und ein Warteraum; alles ist in einem einstöckigen Gebäude von der landläufigen Holzkonstruktion mit einfachen Bretterböden untergebracht.

*Kraftstation.* Dieselbe befindet sich bei Glenwood Park nahe Batavia am äussersten Ende des einen Zweigs, dicht am Wasser des Fox River. Die Kohle wird in den Normalgüterwagen der Dampfbahn von dieser her durch die A. E. & Ch. Ry. selbst zugeführt, in einen erhöhten Speicher entleert, und von dort in der bekannten Weise mit kleinen Wagen, die selbsttätig zulaufen, sich entleeren und zurückgehen und die genau je 1 t Kohle fassen, in Speicher ob den Kesseln gebracht, von wo sie direkt in die mechanische Feuerung sinkt. Es wird Kohlengries verwendet. Ein einziger Mann bedient die ganze Kohlenzufuhr und Heizung für die 7000 HP.

Backsteinkamin von 42 m Höhe. Vorhanden sind 8 Wasserröhrenkessel, für 6600 HP normal, 8000 maximal.

Maschinensaal zu ebener Erde neben dem Kesselhaus, mit einem von der Bahn einmündenden Normalgeleise und 50 t Laufkran versehen, enthält (nebst Platz für eine vierte) 3 *Dampfdynamos* zu je 2250 HP normal: horizontale zweizylindrige Kolbenmaschinen von 75 U/M, direkt gekuppelt mit Drehstromgeneratoren von je 1500 KW normal, für 2300 V und 26 Perioden.

*Transformatoren* und Hochspannungsschaltanlagen sind in besonderem Saale nebenan untergebracht. Zu jedem Generatoren gehören fest 3 Einphasentransformatoren von je 550 KW, von 2300 auf 26000 V erhöhend, mit selbsttätigen Ölschaltern auf der Oberspannungsseite.

*Schaltanlage* mit selbsttätigen Maximal-Ölschaltern für die abgehenden Linien, mit geraden, offenen Sammelschienen, einfach und mit übersichtlicher Leitungsführung.

Die ganze Kraftstation, vor drei Jahren erbaut, ist sehr einfach aber zweckmässig gehalten und überall sehr geräumig.

### 3. Rollmaterial.

*Bestand:* Die Bahn hat 22 Personenmotorwagen, 12 Personenanhängewagen, 1 Eilgutmotorwagen; ferner für den eigenen Dienst 1 Reinigungswagen, 9 Arbeits- und Reparaturwagen und 2 Schneepflüge.

*Personenwagen.* Ähnliche Konstruktion wie mehrfach beschrieben: Ganz geschlossene Wagen mit Abwalmung von Dach- und Stirnseiten gegen Luftwiderstand; 2 Drehgestelle, 4 Achsen; Querdoppelsitzbänke mit Umleglehnen und Mittelgang; 56 Sitzplätze pro Wagen in einem Abteil. Vorn und hinten je eine vollständig, auch dem Publikum abgeschlossene Führerkabine. (S. Bild 79.)

*Länge* der Wagen „über alles" = 14,33 m, grösste Breite = 2,69 m, grösste Höhe über Schienenoberkante = 4,03 m.

*Gewicht* der Anhängewagen leer 25 t, der Motorwagen leer 38 t.

Unter den Personenmotorwagen finden sich sehr elegant ausgestattete *Speisewagen.* Sie enthalten leistungsfähige Küche und in Raucher- und Nichtraucher-Abteilung 27 Sitzplätze mit drehbaren Armsesseln nach Art der Pullmannschen „Parlour Cars" der amerikanischen Dampfbahnen.

*Elektrische Ausrüstung.* Diese enthält 4 Serienmotoren der G. E. Co., Type 66 B zu 125 HP normal, d. i. per Wagen 500 HP Stundenleistung. Einfache





Zahnradübersetzung auf die 4 Achsen und gewöhnliche Nasenaufhängung. Die Motoren sind garantiert für eine Höchstgeschwindigkeit von 110 km/h, die sie auch erreichen.

Jede Führerkabine enthält einen Hauptsteuerapparat („master controller") für das hier angewandte *Vielfachsteuerungssystem.* Es ist das beschriebene, rein elektrische System der G. E. Co.; seine Kontaktoren, direkt durch den Fahr-Gleichstrom betätigt, sind in linearer Anordnung unter dem Wagenkasten an dessen Rand, in Mitte der Wagenlänge, untergebracht, in der Nähe der Widerstände. Es wird kein Strombeschränkungsapparat (current limit relay) angewendet, sodass also der Wagenführer, wie bei gewöhnlichen Steuerapparaten, selbst für langsames Nachschalten besorgt sein muss. Dagegen besitzt der Handgriff der Steuerkurbel den bei den Normalkonstruktionen der G. E. Co. beschriebenen „Totmannsknopf" zur selbsttätigen Ausschaltung des zugeführten Stroms z. B. bei Unwohlwerden des Führers. Die Vorrichtung ist jedoch hier *nicht* mit gleichzeitiger Betätigung der selbsttätigen Bremse verbunden.

Die Kupplung des Steuerstromkreises ist das normale neunadrige Kabel der G. E. Co., wovon jedoch nur 7 Adern benützt sind. Die Kupplungsdosen sind auf der Höhe der Stossbalken ähnlich den Bremsschlauchkupplungen an den Wagenstirnseiten angebracht. Zum Ausgleich der Stromzufuhr zu allen Motoren und deren Sicherung bei Unterbrüchen der dritten Schiene oder schlechtem Schuhkontakt geht ausserdem ein einpoliges starkes Kupplungskabel *für den Fahrstrom* von Wagen zu Wagen, eingestöpselt in Kupplungsdosen unter dem Plattformvordach.

Für den *Stromabnehmerschuh* wird seit längerer Zeit eine neue, eigene Konstruktion der Bahn verwendet, welche sich ausgezeichnet bewähren soll und sich allen Ungenauigkeiten der dritten Schiene in Höhe und Neigung lediglich durch ihr Eigengewicht und das Spielen in 4 Gelenken anschmiegt. Dieser Schuh besteht ganz aus Eisen und Stahl. (Siehe die Skizze Figur 1 auf Tafel 16.) Die oberen, zur Einstellung der Höhenlage horizontal verschiebbaren Gelenke der Vorrichtung sind mit dem festen Teil auf eine isolierende, hölzerne Traverse geschraubt, welche von den Achsbüchsen des Drehgestells getragen wird. An den unteren Enden der gelenkig tragenden 2 Eisenbügel hängt frei der gusseiserne Schuh, der durch ein an ihm festgeschraubtes, biegsames Kabel den Strom nach dem Wagen überträgt. Jeder Wagen hat 4 solcher Schuhe.

*Laufräder.* (Wirth): Es sind teilweise noch Griffinräder in Verwendung, aber in Ausrangierung begriffen. Die übrigen, sich bewährenden Räder sind solche aus gepresstem Stahl, mit Stahlbandagen und Stahlgussnaben.

*Schmierung* der Achsschenkel von unten durch getränkte Putzfäden.

*Bremsen.* Neben einer Handbremse die bekannte, „direkte" Luftbremse; mit Rücksicht auf die grösseren Zugskompositionen soll nun auch noch die automatische Luftbremse eingeführt werden.

*Beleuchtung:* Elektrisch; reichlich.

*Heizung* ebenfalls elektrisch.

*Fender:* Der vorderste Wagen des Zugs trägt einen „Kuhfänger" ähnlich dem der amerikanischen Dampfbahnlokomotiven.

Als *Signal* dient die Druckluftpfeife.

### 4. Anlagekosten.

Wir erhielten vertrauliche Angaben nur über die Kosten der Kraftstationen; dieselben sind zufolge der einfachen Anordnung für amerikanische

Verhältnisse sehr geringe, lassen sich aber nicht vergleichen mit Kosten, die unter unseren ganz anderen Verhältnissen entstanden.

## C. Betrieb.

### 1. Verkehr.

Die Verkehrsleistung betrifft zu 98% Personenverkehr.

An Gütern wird lediglich leichteres Expressgut mit den Personenzügen und einem Expressgutmotorwagen befördert. Bemerkenswerte Spezialität: Sonntags früh 3 Uhr 1 Expresswagen von Chicago nach den Landstädten mit den umfangreichen Sonntagsnummern der Zeitungen, jeweilen 8—10 t wiegend.

*Fahrplan.* Es kursieren Züge ungefähr von ½5 Uhr früh bis nachts 2½ Uhr, sodass der Betrieb rund 22 Stunden im Tage dauert. Während des grössten Teils dieser Zeit geht an gewöhnlichen Werktagen von jedem der beiden Endpunkte der Hauptäste (Aurora und Elgin) jede Stunde ein Zug ab, und zwar am einen Zweig zur vollen, am andern zur halben Stunde; die Züge von beiden Ästen fahren vom Gabelpunkt Wheaton aus durch bis Chicago, ebenso in umgekehrter Richtung, sodass auf dieser inneren Strecke über die Haupttageszeit jede halbe Stunde ein Zug nach jeder Richtung fährt. Zu den Hauptverkehrszeiten, d. h. vormittags *nach*, nachmittags *von* der Hauptstadt, fährt dagegen auf jener inneren Strecke alle Viertelstunden ein Zug in jeder Richtung, auf den äusseren Ästen alle ½ Stunden. Von Mitternacht an im allgemeinen noch jede Stunde ein Zug.

An Sonntagen (und so weit nötig an Samstagnachmittagen) kursiert den ganzen Tag auf der innern Strecke jede Viertelstunde, auf den äussern jede halbe Stunde ein Zug nach jeder Richtung.

Es entstehen auf diese Weise an den gewöhnlichen Werktagen auf den

| | | | |
|---|---|---|---|
| innern 41 km | täglich | 47—48 | Züge in jeder Richtung, |
| an Sonntagen u. dgl. | | 68—74 | „ „ „ „ |
| auf den äussern Zweigen | täglich | 28 | „ „ „ „ |
| an Sonntagen u. dgl. | | 37—38 | „ „ „ „ |

Dabei sind im Maximum gleichzeitig unterwegs: an Werktagen 9, an Sonntagen 14 Züge.

*Halte.* Auch die gewöhnlichen Züge (Local trains) halten an Werktagen nicht an allen Haltestellen obligatorisch, so nach Elgin auf 67 km nur sechs Mal; alle andern Haltestellen sind fakultative, mit „Halt auf Verlangen". Im ganzen sind auf diesem Ast zusammen 15 Haltestellen im Fahrplan verzeichnet, also auf mittlere Distanz von za. 4 km. Es wird aber auch noch an weiteren Stellen, namentlich bei Kreuzungen mit Strassen, auf Verlangen angehalten; auf dieser Strecke z. B. sind solcher Stellen noch ungefähr sechs.

Ausser den gewöhnlichen Zügen verkehren, jedoch nur an Werktagen, auch Schnellzüge („Limited"), welche nur an den Hauptorten (auf den 67 km nach Elgin z. B. nur viermal) anhalten.

*Zugsbildung.* Zu Zeiten geringen Verkehrs bestehen die Züge aus einem Motorwagen, bei stärkerem Verkehr werden sie nach Bedarf vergrössert sowohl durch Anhänge- als Motorwagen, wobei das Vielfachsteuerungssystem jede Kombination erlaubt. Eine Normalkomposition für Schnellzüge z. B. besteht aus zwei Motorwagen, in gewohnter Überfüllung besetzt zusammen 90 t; bei grösserem Verkehr werden normal zwei Motor- und drei Anhängewagen zum Zug vereinigt (za. 200 t). Oft sind schon Züge von 6 Wagen (za. 240 t), gelegentlich

auch von 10 Wagen (gegen 400 t) geführt worden. Mit einem der grösseren Normalzüge werden daher 300—500 Personen befördert, gelegentlich auch 600.

*Verkehrsleistungen.* Nach dem Resultat unserer Besichtigungen scheint die Angabe durchaus zuverlässig, dass gelegentlich in Einer Stunde nach einer Richtung, z. B. nach Glenwood Park hin, 40 Wagen (in 5 Zügen à 6 und 2 Zügen à 5 Wagen) geführt worden seien, was bei dortigen Gewohnheiten 3000—4000 Personen ausmacht.

Nach dem Sommerfahrplan 1905 ergaben sich ferner pro Werktag 7060 Zugskm., pro Sonntag 10 220 Zugskm. für die ganze Bahn. Die Statistik weist fürs ganze Jahr (1905) zusammen 3 568 000 Wagenkm. auf, mit Inbegriff des Verkehrs der Expressgutwagen, der za. 2 % des ganzen ausmacht.

*Geschwindigkeit.* Die kommerzielle Geschwindigkeit ergibt sich mit Inbegriff aller Halte für gewöhnliche Züge zu 47 km/h, für Schnellzüge zu 57 km/h. Dabei wird oft eine wirkliche Geschwindigkeit von 100 km/h angewendet (wir konstatierten selbst wiederholt eine Meile per Minute), und gelegentlich bei Verspätungen bis auf 110 km/h. Dies nicht nur für einzelne Motorwagen, sondern zufolge der Kuppelung mehrerer solcher durch das Vielfachsteuersystem, auch mit den erwähnten Zügen von 2—3 Wagen (200 t).

*Beschleunigungen* werden so ziemlich die mit Rücksicht auf die Passagiere höchstmöglichen angewendet, teils weil dies der Betrieb auf der Hochbahn nötig macht, teils um die kommerzielle Fahrgeschwindigkeit zu erhöhen. Ein Zug von 200 t wird in 45 Sekunden auf 60 miles/hour gebracht, was einer Beschleunigung von 0,63 $m/Sec^2$ entspricht. Bei einzelnen Motorwagen wird noch wesentlich rascher, bis über 1 $m/Sec^2$ beschleunigt.

## 2. Arbeitsbedarf. Effekte und Wirkungsgrade.

Die *tägliche Arbeit der Kraftstation* an Hochspannung soll zwischen 48 000 und 60000 KWh liegen, aber im allgemeinen 50000 KWh betragen, Sommer und Winter. Wir entnahmen der Kontrolle eines September-Sonntags z. B. 57 698 KWh.

Die *Leistung* wird an gewöhnlichen Tagen während längerer Zeit durch nur zwei in Betrieb gehaltene Maschinengruppen mit 3000 bis 4000 KW abgegeben, in den stark belasteten Stunden kommen jedoch täglich alle drei Generatoren in Betrieb mit einer Höchstleistung von 4500 bis 6000 KW. Gelegentlich sollen momentane „Spitzen" bis 7500 KW eintreten, was allerdings einer, die Dauerleistung der Maschinen um etwa 67 % übersteigenden Leistung gleichkommt. Diese Maximalleistungen entsprechen za. 500—650 KW pro unterwegs befindlichen Zug. Bei den 40—60 000 KWh täglicher Arbeit entspräche den 4500 — 6000 KW Höchstleistung eine Ausnützung der letzteren während etwa 9—10 Stunden, gegenüber 22 Stunden wirklicher Betriebsdauer, d. i. eine Ausnützung von za. 40 % der mit der Maximalleistung lieferbaren Arbeit.

Maximalleistung und Arbeit sollen Sommer und Winter ungefähr gleich sein; der Mehrbedarf für Heizung und Schnee wird durch Minderbedarf zufolge Fahrplan ausgeglichen; die Höchstleistung soll sogar im Winter um weniges kleiner sein. Von der genannten Arbeit wird ein nicht unerheblicher Teil, der nicht genau bestimmbar war, aber etwa $^1/_4$ betragen soll, für den Betrieb der erwähnten, benachbarten „Trolleylinien" abgegeben.

Für die A. E. & Ch. Ry. allein ergibt sich laut Mitteilung der Ingenieure ein *Arbeitsbedarf* pro Wagenmeile von za. 5 KWh ab Kraftstation (Hochspannung), oder somit za. 3,1 KWh pro Wagenkilometer, ebenso ab Sammelschienen der Unterstationen von za. 4 KWh pro Wagenmeile oder za. 2,5 KWh pro Wagenkm.

Daraus würde sich gleichzeitig ein *Wirkungsgrad* der Umformerstation samt Hochspannungsfernleitung, bezogen auf die Arbeiten, von 80 % ergeben.

Der Kohlenverbrauch der Kraftstation beträgt zwischen 105 und 135 t per Tag für die Arbeit von 48 000 – 60 000 KWh, somit per KWh ab Hochspannungsklemmen etwa 2,2 kg, was auch mit einer erhaltenen direkten Angabe über Kohlenkosten per KWh und per t übereinstimmt.

## 3. Unterhalt, Reparaturen und Betriebsausgaben im allgemeinen.

Die Kosten der *Kraftbeschaffung* sind ganz geringe, obwohl der Kohlenkonsum pro KWh nach europäischen Begriffen gross ist. Ursache: Die maschinelle, billige Bedienung mit äusserst wenig Leuten und die relativ geringen Anlagekosten der Kraftstation. Die erhaltenen, uns nur vertraulich überlassenen Angaben zeigen, dass die Kosten der KWh ab Dampfstation so geringe sind, dass bis jetzt keine schweizerische Wasserkraftanlage so billig liefern könnte, und höchstens die grössten und günstigsten zukünftigen Anlagen dies vielleicht erreichen werden.

Es würden sich darnach die *Stromkosten* ab Kraftstation pro Wagenkm. auf 7,8 Rp. stellen, ohne Verzinsung und Amortisation für die Kraftstation.

*Unterhalt der elektrischen Einrichtungen.* Bei den *Wagenmotoren* mussten an Ankern und Magneten in den 4 Jahren Betrieb nur einige wenige repariert werden. Die Zahnkolben derselben sollen za. 2 Jahre dauern. Dabei werden mit den 23 Motorwagen jährlich rund 3 500 000 Wagenkm. gemacht, oder pro überhaupt vorhandenen Motorwagen jährlich ungefähr 150 000 km, d. i. täglich durchschnittlich za. 410 km, eine auch nach amerikanischen Gewohnheiten äusserst starke Beanspruchung, die jedoch aus dem Fahrplan erklärlich ist. (Auch nach erhaltenen direkten Angaben wird diese mittlere tägliche Kilometerzahl der Wagen wirklich ausgeführt; einzelne Wagen machen gelegentlich bis zu 700 km in einem Tag). Somit würde die Lebensdauer der Zahnkolben der Motoren ungefähr 300 000 km betragen.

Die *Vielfachsteuerungseinrichtungen* sollen nur sehr wenig Reparatur erfordern.

Für den *Unterhalt der 3. Schiene* und aller *elektrischen Leitungen* sind für die ganze Bahn 5 Mann beschäftigt, somit einer per 20 km.

An *Personal* haben die *Züge* einen Wagenführer und einen Kondukteur.

*Stations- und Streckenpersonal* im allgemeinen keines, wie bei den bereits betrachteten Bahnen. Der Gesamtzugsdienst wird auch hier von *einem* Train dispatcher dirigiert.

Aus der Betriebsbuchführung erhielten wir noch folgende Angaben:

*Reparatur und Unterhalt der elektrischen Linien* (Hochspannungsleitung, Speise- und Fahrdraht und Telelephonleitung zusammen) sollen 0.0017 Dollars per carmi = za. 0.54 Rp. per Wagenkm. ausmachen; Reparatur und Unterhalt der *elektrischen Wagenausrüstungen* ebenso 0.0066 Dollars per carmile = za. 2.1 Rp. per Wagenkm.

## 4. Betriebseinnahmen.

Keine näheren Angaben; lediglich die allgemeine Information, dass das Unternehmen sehr gut gedeiht, obwohl die Bahn parallel zu einer Dampfbahn führt, die allerdings nur an den Endpunkten und in Wheaton anhält. Die Taxen der A. E. & Ch. Ry. sind billiger als diejenigen dieser Dampfbahn.

## D. Allgemeine Beurteilung.

Die Resultate dieser Bahn scheinen uns besonders bemerkenswert. Denn deren Einrichtungen mit Gleichstromsystem, Niederspannung und dritter Schiene haben ihre Zulänglichkeit und Zuverlässigkeit bewiesen für die Bewältigung eines Personenverkehrs, der an Zugsgewichten denjenigen unserer meisten Normalbahnen erreicht, an Frequenz, Geschwindigkeit und Beschleunigung der Züge ganz bedeutend übersteigt. Keine der elektrischen Einrichtungen gibt dabei, so viel zu ermitteln war, zu nennenswerten oder gar chronischen Störungen Anlass. Die dritte Schiene, unbedeckt, hat trotz des strengen Winters keine wesentlichen Betriebsstörungen veranlasst (die grosse Zugsfrequenz wirkt hier offenbar vorteilhaft). Die Isolation der dritten Schiene ist praktisch durchaus genügend. (Die Nachteile der Holzisolatoren sind durch die neueren Isolatorenarten, wie wir bei anderen Bahnen noch sehen werden, völlig vermieden.) Insbesondere bewährte sich der Motorwagenbetrieb und das Vielfachsteuerungssystem trotz der scheinbaren Komplikation, die das letztere bildet, ausgezeichnet. Hier wie bei andern Bahnen mussten wir den fortdauernden Gebrauch aller dieser Betriebsmittel in dem bedeutenden Verkehre schon für sich allein als Beweis für die Tauglichkeit derselben erkennen.

Von Störungen durch vagabundierende Ströme oder in Schwachstromanlagen will man bei dieser Bahn nichts wissen, was bei den Verhältnissen der durchlaufenen Gegend indessen nicht viel sagen will. Doch funktioniert die eigene Telephonanlage am Starkstromgestänge anstandslos. Unfälle speziell durch die elektrische Betriebsart sollen in den 4 Jahren nur durch die dritte Schiene entstanden sein, und zwar 2 Tötungen von Personen, welche mit der Gegend nicht vertraut waren und in dunkler Nacht nach amerikanischer Sitte die Bahnlinie begingen. Ferner sei gelegentlich Schaden an auf den Bahnkörper eingedrungenem Vieh durch die dritte Schiene entstanden.

Die Einführung dieser elektrischen Bahn neben der vorher bestehenden Dampfbahn erzeigte sich auch als ein geschäftlicher Erfolg. Die Bahn bietet an Bequemlichkeit der Wagen (auch Speisewagen) dasselbe wie Dampfbahnen. Die Einführung des direkten Verkehrs von vielen Punkten innerhalb der Stadt nach den Landstädten erwies sich auch hier als wesentliche Verbesserung des Verkehrs, die sich durch starke Steigerung desselben manifestierte. Die A. E. & Ch. Ry. ging zuerst nur von einem Punkte ausserhalb der Stadt ab; dann vereinbarte sie sich mit den Hochbahnen für Einführung ihrer Züge auf deren Rundlauf im Stadtzentrum, sodass nun direkter Abgang aus dem Geschäftsviertel, oder mit Umsteigen auf den Hochbahnhöfen des „Loop“, aus beliebiger Stadtgegend, nach jenen Landstädten oder Vergnügungsplätzen möglich ist. Dadurch, und durch einen mit allerlei Bequemlichkeiten ausgerüsteten neuen Bahnhof im Zentrum der Stadt, soll sich die Frequenz um 30 % gehoben haben und die Bahn heute den weitaus grössten Teil des Personenverkehrs nach Aurora, Elgin etc. befördern. Auch die Bequemlichkeit, im Hinausfahren im Speisewagen sein Essen erledigen zu können, trägt hiezu bei.

# The Metropolitan West Side Elevated Railroad, Chicago.

*Stadt-Hochbahn. Gleichstrom, dritte Schiene.*

## A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Die „West Side Elevated" ist eine der 4 als Hochbahnen ausgeführten *Chicagoer Stadtbahnen,* welche sind: Metropolitan West Side Elevated Railroad, in drei Hauptästen die Westseite bedienend; Lake Street Elevated Ry., ebenfalls nach Westen gehend; Chicago North Western Elevated Ry., und Chicago South Side Elevated Ry. Die Züge dieser 4 Bahngesellschaften sowie die der bereits beschriebenen Aurora Elgin & Ch. Ry., befahren als gemeinschaftliche Strecke den „Union Loop", eine Hochbahnschleife im Innern der Stadt. Ihre äussersten Enden liegen 10—13 Bahnkm. von diesem Zentrum und reichen bis zu grossen Parken und Sportgründen ausserhalb der Stadt. Alle diese Bahnen sind daher für dasselbe Drittschienensystem eingerichtet, in der allgemein bekannten Anordnung als Hochbahnen, mindestens zwei-, oft mehrgeleisig, im Stadtinnern mit bestimmten Haltestellen za. alle 300 m. Sie haben nur Personenverkehr, jedoch von grösstem Umfang und in gewissen Stunden regelmässig mit enormem Andrange. Daher kommen Zugskompositionen bis zu etwa 150 Tonnen mit 5 Wagen vor, bei tramartiger Zugsfrequenz, aber viel grösserer Geschwindigkeit als bei Oberflächenstrassenbahnen, nämlich bis gegen 50 km/h maximal. Die Zusammendrängung der Stationen erfordert dazu grösstmögliche Anfahrbeschleunigungen.

Diese Bahnen führten ursprünglich nur Züge mit je einem Motorwagen und Anhängern; die „West Side" hatte Motoren, die für das Schleppen von 3 Anhängern ausreichten. Die Verkehrssteigerung führte bei ihr wie bei der „South Side" bald zur Notwendigkeit grösserer Züge und grösserer Schnelligkeit, sodass nun mehrere Motorwagen per Zug verwendet werden mussten, was den Anlass zur Einführung und Ausbildung der Zentral- oder Vielfachsteuerung gab. Auch die „Northwestern Elevated" hat dieselbe jetzt eingeführt. Die Chicagoer Hochbahnen waren eines der ersten und grössten Versuchsfelder für diese Steuerung. Das „multiple unit system" sowohl der General Electric Co. als der Westinghouse Co. in ihren sukzessiven Entwicklungen werden angewendet; bei der „West Side" vorzugsweise das Westinghousesche System. Die Vielfachsteuerung hat die Erwartungen, welche man nicht nur bezüglich ihrer technischen Vorzüge, sondern auch bezüglich Verbesserung des Verkehrs von ihr hegte, dabei erfüllt. Einen Begriff des damit bewältigten Verkehrs gibt beiläufig die Angabe, dass allein die „West Side" auf ihrer 31 km Betriebsstrecke im Jahre 42 Millionen Personen befördert, zu den täglichen Stunden des stärksten Andrangs nach jeder Richtung stündlich etwa 2000.

Die „West Side" wurde zuerst mit Dampf betrieben und ging vor sechs Jahren als erste Hochbahn in Chicago zum elektrischen Betriebe über.

## B. Bauliche Anordnung und Ausdehnung der Anlage.

### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

*Spurweite:* normal.

*Die Länge der betriebenen Strecke* ist 31,15 km, wovon 28,47 km doppelspurig und 2,69 km vierspurig, sodass die Totalgeleiselänge ohne Stations- und

Depotgeleise 68,38 km beträgt, wovon 7,05 km die Stadtschleife ausmachen, welche nicht der Gesellschaft gehört.

*Minimalradius* für die Betriebsgeleise ist 27.4 m.

*Unterbau und Oberbau:* Die bekannte Eisenkonstruktion der amerikanischen Stadthochbahnen. (Siehe später: „New York Interborough".)

*Stationen:* Im ganzen 57 auf 31,15 km Strecke, sodass deren mittlere Distanz = 550 m, (in der Zentralschleife nur etwa 300 m). In der bei den amerikanischen Stadthochbahnen üblichen Weise haben die Stationen für jede Fahrrichtung eine besondere Plattform und einen besonderen Aufgang und Ausgang. Die Stationsanlagen bestehen lediglich aus den überdachten und mit einer Längsschutzwand versehenen Plattformen.

Für die *Signal- und Blockeinrichtungen* konnten wir hier genauere Informationen erhalten:

(Wirth): Anlässlich der partiellen Erneuerung der Bahn wurde auch die elektro- pneumatische Weichen- und Signalzentrale mit Rückmeldung eingeführt. Diese Anordnung wird bei den neueren Anlagen in Nordamerika mit Vorliebe angewendet. Hiernach einige Angaben über die Signalordnung und Signaleinrichtungen, die bei dieser Bahn in Anwendung stehen:

Eine dem herankommenden Zuge gezeigte rote Flagge oder Laterne bedeutet: Zug anhalten. Die grüne Farbe zeigt, dass alles in Ordnung ist; die weisse Farbe dagegen ist ein Gefahrsignal. Vor der weissen Farbe hat der Führer den Zug sofort zu stellen. Ein weisses Licht an einer Weiche bedeutet, dass dieselbe für das andere Geleise oder für ein Sackgeleise gestellt ist. In diesem Falle hat der Führer zu halten und darf nur auf das Signal eines Wärters weiter fahren.

Die Stationen und Blockstrecken sind mit Vor- und Abschlussignalen gedeckt. Das Vorsignal ist za. 150 m von dem Abschlussignal entfernt, ist grün mit weissen Streifen bemalt und hat die in Figur I auf Tafel 6 skizzierte Form.

Ist der Arm wagerecht gestellt (Stellung I), so deutet er an, dass das Abschlussignal geschlossen ist oder dass auf Ablenkung gefahren werden muss, der Führer also die Geschwindigkeit des Zuges zu ermässigen hat. Ist der Arm um 60° oder mehr nach unten geneigt (Stellung II), so ist das Abschlussignal für die gerade Strecke offen.

Die Abschlussignale sind rot mit weissen Streifen bemalt und besitzen einen oder zwei Arme, je nachdem auf der Station oder in der Blockstrecke auf Ablenkung gefahren werden kann oder nicht.

Figur 2 auf Tafel 6 zeigt folgende 5 Stellungen von Abschlussignalen:

I. Abschlussignal geschlossen oder rotes Licht.
II. Abschlussignal offen oder grünes Licht.
III. Abschlussignal für Hauptstrecke und Ablenkung geschlossen; zwei rote Lichter.
IV. Hauptstrecke offen; oben grünes Licht und unten rotes. Keine Geschwindigkeitsreduktion.
V. Hauptstrecke geschlossen, Ablenkung offen; Oben rotes und unten grünes Licht. Geschwindigkeit muss reduziert werden:

## 2. Elektrische Einrichtungen.

*Kraftwerke.* Die *Erzeugung der elektrischen Energie* geschieht direkt als Gleichstrom von 500—600 V in einer Dampfzentrale nahe der Linie im Innern der Stadt.

Die *Dampfkraftstation* enthält langsam laufende, horizontale Dampfmaschinen (90 U/M), direkt gekuppelt mit Gleichstromdynamos, 4 kleineren älteren der G. E. Co. und einer grossen neueren der Westinghouse Co. Maschinenhaus und Schaltanlage sind eng und älterer Bauart; sie bieten ausser der tadellosen Unterhaltung nicht viel bemerkenswertes. Das Kraftwerk enthält auch zwei grosse Akkumulatorenbatterien. Die Maximalleistung von Maschinen und Akkumulatoren zusammen, die ausgenützt wird, beträgt 14000 KW.

Zwei *Akkumulatoren-Stationen* wurden vor einigen Jahren an zweien der äusseren Äste errichtet, als die Verkehrssteigerung eine Erhöhung der Kraftzufuhr in jenen Gebieten nötig machte. Diese Stationen sind mit Boostermaschinen versehen, derart, dass sie je nach Bedarf die Kontaktleitung (dritte Schiene) speisen oder von dieser und den Speisekabeln aus geladen werden können. Jedes dieser Unterwerke hat rund 1000 KW × 1 Stunde Kapazität.

*Leitungen. Fernleitung* durch Speisekabel längs des Hochbahngerüstes nach der dritten Schiene.

Die *dritte Schiene* und deren Isolation und Befestigung zeigen die allbekannten, älteren Ausführungen dieser Konstruktionen; wir werden an anderer Stelle auf die Entwicklung dieser Anordnungen in Nordamerika eintreten.

### 3. Rollmaterial.

Es sind vorhanden: 156 Motorwagen, wovon bis jetzt 74 neue mit Vielfachsteuerung, und . . . 262 Anhängewagen,
total 418 Personenwagen. Dazu 4 Feuerlöschwagen, ausgerüstet mit je zwei grossen chemischen Löschapparaten von je 100 Gallonen Flüssigkeitsinhalt.

Alle *Wagen* haben 2 Drehgestelle, vollständig geschlossene Wagenkasten mit je 48 Sitzplätzen (übliche Anordnung mit Quersitzen und Mittelgang) und sehr viel Stehplatz in Mittelgang und Plattformen, sodass sie zur täglichen Andrangszeit je über 100 Personen aufnehmen. Sie haben an beiden Enden der Seitenwände Eingangstüren, die an älteren Wagen durch den bedienenden Wagenwärter an den Stationen mittels Hebelvorrichtung, für zwei benachbarte Plattformen gleichzeitig, geöffnet werden. Bei den neuen Wagen werden diese Türen, um Zeit zu sparen, selbsttätig mittels komprimierter Luft geöffnet und geschlossen. Bei den älteren Wagen offene Plattformen, bei den neueren geschlossene. Das Bild 80 zeigt die Ausführung.

Die Motorwagen haben vorn eine vollständig geschlossene, dem Publikum unzugängliche Führerkabine. Der Wagenkasten ist möglichst feuersicher, zumeist in Eisen erstellt, nach unten gegen die Motoren hin durch Asbestbedeckung des Bodens und dgl. brandsicher abgeschlossen.

Die Motorwagen wiegen leer 35 t, die Anhängewagen 17 t.

*Elektrische Ausrüstung:* Eines der Drehgestelle jedes Motorwagens trägt *2 Motoren* zu je 150 HP Normalleistung mit gewöhnlichem, einfachem Zahnradantrieb auf die beiden Achsen. Die grossen Zahnräder waren früher zweiteilig mit Bolzen und Keil auf der Achse befestigt; dieses System wird allmählig ersetzt durch dasjenige ungeteilter, warm auf die verlängerte Radnabe aufgezogener Räder, welches bessere Resultate ergebe.

Die *Motoren* sind für 53 km/h Maximalgeschwindigkeit gebaut und liefern je nach Zugsgewicht Beschleunigungen von 0,67 bis 0,9 m/Sec². Es sind teils Westinghouse-, teils G. E. Co.-Motoren verwendet.

*Steuerung:* Serie-Parallelschaltung mit Vorschaltwiderständen. Es ist heute zum grössten Teil die Westinghouse'sche electro-pneumatische Vielfachsteuerung in der beschriebenen Anordnung, die Auslöseelektromagnete der Ventile betrieben durch Akkumulatorenbatterie von 14 Volt. Diese Ausrüstung wurde seit 4 Jahren sukzessive eingeführt; sie befriedigt vollständig. (Die Feuerversicherungsgesellschaften sollen zufolge des Umstandes, dass nur die Drähte für diese 14 Volt des Steuerstroms sich im Wagenkasten befinden, während alle Starkstromleitungen sorgfältig unter den möglichst feuersicher gestalteten Wagenboden verlegt wurden, ihre Prämien für die Wagenversicherung um 15% reduziert haben. Die Erhöhung der Feuersicherheit der Wagen durch diese Art Vielfachsteuerung wird jedenfalls von der Bahngesellschaft nach ihren Erfahrungen besonders geschätzt und hervorgehoben.)

Die ursprüngliche Anordnung der „Kontaktoren" in kreisförmigem Zusammenbau ist als zu schwer und zu wenig leicht zugänglich verlassen und durch die Anordnung in einer Reihe unter dem äusseren Rande des Wagenkastens ersetzt. Das beschriebene „Strombeschränkungsrelais" (current limit relay) wird hier verwendet. Der Hauptsteuerschalter (master controller) ist daher jener beschriebene, sehr einfache normale Westinghouse'sche, mit kleiner Kurbel an horizontaler Welle, die aus der vertikalen Stellung sofort vollständig nach rechts oder links gebracht wird für Vorwärts- oder Rückwärtsfahrt, wobei Strombeschränker und Kontaktoren die Zwischenstufen nacheinander selbsttätig in bestimmtem Tempo einschalten über Serie- zur Parallelschaltung. Die Kurbel des Hauptsteuerschalters stellt sich durch Federkraft auf die vertikale Mittelstellung, in welcher der Strom ausgeschaltet ist. Diese Anordnung ersetzt den „Totmannsknopf", denn wenn der Führer den Hebel loslässt, so wird die Stromzufuhr selbsttätig unterbrochen und gleichzeitig die automatische Luftbremse betätigt. Diese Einrichtung schätzen die Bahningenieure sehr, und sie soll sich ebenso bewähren, wie der Strombeschränker. Dieser soll durch die, von der Qualität der Führung unabhängige Gleichmässigkeit von Beschleunigung und Stromverbrauch beim Anfahren den Energieverbrauch pro Wagenkilometer gegen früher bedeutend vermindert haben.

Die *Arbeitsstromdrähte* mit 500 V sind sämtlich unter dem feuersicheren Wagenboden geführt und sehr kurz, weil sie nur die nahe beieinander angebrachten Kontaktoren und Widerstände mit den Motoren und Kontaktschuhen zu verbinden haben. Diese Leitungen sind alle *einzeln* in Gummischläuchen mit Stahldrahtumwicklung eingeschlossen.

*Laufräder* (Wirth). Die Räder haben Radsterne aus Weichguss oder Stahlguss und sind mit Stahlbandagen versehen. *Schmierung* der Achsschenkel wie üblich von unten.

*Bremsen* (Wirth): Es beträgt der Bremsdruck der Motorwagen = 88% der Tara, der Anhängewagen = 82% der Tara.

Seit der im Jahre 1904 vorgenommenen Erneuerung des Rollmaterials sind die Wagen mit der automatischen und zugleich *Regulier-Auslös-Luftdruckbremse* System Westinghouse ausgerüstet. Da diese Bremse bei uns in der Schweiz wohl weniger bekannt ist, wird es vielleicht von Interesse sein, dieselbe zu beschreiben.

Die Bremse braucht, wie die automatische Luftdruckbremse Westinghouse, einen *Luftkompressor,* welcher durch einen Elektromotor angetrieben wird, und einen *Hauptluftbehälter.* Gleich wie bei der so bedienten automatischen Westinghousebremse, gehört dazu ein *Druckregler.* Dieser besteht aus einem elektrischen Schalter,

der den Stromkreis für den Kompressormotor öffnet oder schliesst, und einem auf Luftdruck empfindlichen Empfangsapparat, welcher den Schalter automatisch schliesst und dadurch den Kompressor antreibt, wenn der Druck im Hauptluftbehälter bis auf 5,4 Atm. gefallen ist, und ihn öffnet d. h. den Kompressor abstellt, wenn ebendort ein Maximaldruck von 6,48 Atm. erreicht ist. Ein *Speiseventil* ist sodann zwischen dem Hauptluftbehälter und der Speiseleitung eingeschaltet und hat den Zweck, den Druck in der Speiseleitung auf 5,04 Atm. konstant zu halten. Die *3/4" Speiseleitung* erstreckt sich von einem Ende des Zuges bis zum andern und ist zwischen den Wagen durch Schläuche verbunden; sie führt also Luft unter dem konstanten Druck von 5,04 Atm. und ist durch Zweigröhren mit dem Führerbremsventil und den Funktionsventilen verbunden. Eine *Hauptleitung* erstreckt sich ebenfalls durch den ganzen Zug und ist wie die Speiseleitung zwischen den Wagen durch Schläuche verbunden; auch sie ist mit dem Führerventil und den Funktionsventilen durch passende Zweigröhren verbunden. Das *Führerventil* erfüllt die folgenden Zwecke: 1. Herstellung einer Verbindung zwischen Speiseleitung und Hauptleitung. Dies geschieht wie bei der automatischen Bremse dadurch, dass der Hebel des Führerventils in „Füllstellung" gebracht wird. 2. Abschluss aller Kanäle im Führerventil, wozu dessen Hebel in „Abschlusstellung" oder „Fahrstellung". 3. Herstellung einer Verbindung zwischen Hauptleitung und atmosphärischer Luft; Hebel auf „Bremsstellung", gleich wie bei der automatischen Bremse. *Bremszylinder, Hülfsluftbehälter und Funktionsventil* sind gleich gebaut und besitzen die gleichen Eigenschaften wie diejenigen bei der gewöhnlichen automatischen Bremse.

Diese neuartige Bremse funktioniert nun wie folgt:

Wenn nach einer Bremsung der Hebel des Führerventils auf Füllstellung gestellt und dort belassen wird, so entweicht die Luft aus dem Bremszylinder und die Bremse löst sich. Man kann aber statt dessen auch wie folgt verfahren: Nach einer Bremsung wird der Hebel des Führerventils ganz kurze Zeit, nämlich solange bis der Druck in der Hauptleitung den Druck im Hülfsbehälter um ein geringes übersteigt, zuerst auf Füllung gestellt, worauf die Bremse anfängt zu lösen; darauf wird der Hebel rasch auf Abschlusstellung gebracht. Jetzt nimmt das Funktionsventil sofort eine Neutralstellung ein, bei der die Ausströmung der Luft aus dem Bremszylinder abgesperrt ist, und die somit einen gewissen Druck im Bremszylinder übrig lässt. Damit erreicht man eine Regulier- oder stufenweise Auslösung der Bremse wie folgt: Wenn man den Hebel des Führerventils auf Abschlussstellung gebracht hat, so ist die Verbindung zwischen Speiseleitung und Hauptleitung abgeschnitten und bleibt der Druck in dieser letztern Leitung vorübergehend unverändert; im Momente aber, in dem man vorher das Funktionsventil in die Ablös- oder Füllungsposition brachte, stellte sich eine Verbindung her zwischen der Speiseleitung mit 5,04 Atm. und dem Hülfsbehälter, durch das Regulier-Auslösrohr und das Funktionsventil; infolgedessen nimmt der Hülfsbehälter einen etwas höheren Druck an als die Hauptleitung, die vorübergehend unter einem unveränderten Drucke blieb, das Funktionsventil kommt somit in seine Abschlusstellung und die Ausströmung der Luft aus dem Bremszylinder hört auf.

Um die stufenweise Auslösung der Bremse vornehmen zu können, muss, wie man sieht, zuerst eine starke Bremsung ausgeführt werden. Wenn darnach der Bremshebel rasch auf Füllung und sofort wieder auf Abschluss gestellt wird, so können mehrere Auslösstufen erzielt werden.

Diese Bremsart hat den Vorteil, dass beim Einfahren in Stationen oder beim Fahren gegen geschlossene Signale der Führer zunächst eine starke Bremsung ausführen muss und somit den Zug vollständig unter seiner Kontrolle hat. Beim Fahren auf Gefällen auf kleine Distanzen gestattet diese Bremsung eine bessere Regulierung der Geschwindigkeit als die gewöhnliche automatische Bremse, und sie hat daneben den Vorteil, dass die Hülfsbehälter rascher geladen werden können. Nicht zu vergessen ist, dass die „West Side" bei der diese Bremsart für sehr vorteilhaft angesehen wird, nur relativ kurze Zugskompositionen führt (max. 5 Wagen); bei langen Kompositionen dürfte diese Bremsart infolge der Ungenauigkeit in den Funktionsventilen Zuckungen herbeiführen (Wirth).

*Heizung:* Dieselbe war bisher elektrisch; behufs Stromersparnis im Interesse der Minderbelastung aller, heute stark beanspruchten Leitungen und wegen der davon zu erwartenden Verbilligung erhielten die neuen Wagen Warmwasserheizung, die nach und nach überhaupt eingeführt wird.

*Beleuchtung:* Elektrisch, reichlich, direkt von der Arbeitsleitung.

*Signale am Wagen:* Die Wagen haben keine akustischen Signale; vorn an der Stirn tragen sie farbige Scheiben, bezw. bei Dunkelheit und Nebel Laternen, welche auf Entfernung die Route des Zuges anzeigen an Stelle von Routentafeln, zum Zwecke der Weichenstellung ebenso wie zur Orientierung der einsteigenden Fahrgäste.

**4. Anlagekosten.** — Keine Angaben.

## C. Betrieb.

**1. Verkehr.**

*Fahrplan.* Der Betrieb ist tramartig mit grösster Zugsfrequenz, und dauert Tag und Nacht ununterbrochen.

Zur Hauptzeit laufen alle 6 Minuten Züge von 3—5 Wagen von jedem der 4 äusseren Zweige bis zur Zentralschleife heran, dazwischen ebenfalls alle 6 Minuten Züge mit 5 Wagen dorthin und in der Schleife herum; dasselbe in entgegengesetzter Richtung; auf diese Weise entsteht nach jeder Richtung 3-Minuten-Betrieb auf den äusseren Ästen und $1^1/_2$-Minuten-Betrieb auf der Rundbahn.

Zu Zeiten geringeren Bedarfs ist das Zugsintervall grösser, am grössten von Mitternacht bis 5 Uhr morgens, wo statt des 6-Minuten-Betriebs ein 30-Minuten-, statt des $1^1/_2$-Minuten-Betriebs ein $7^1/_2$-Minutendienst ausgeführt wird.

*Zugskomposition.* Es werden gewöhnlich 2, auch 3 Anhängewagen mit 2 Motorwagen, zusammen also 4—5 Wagen zu einem Zuge zusammengesetzt; mit der üblichen Füllung mit 100 Personen pro Wagen ergibt sich so bis 156 t Zugsgewicht.

Die *Fahrplangeschwindigkeit* ist dabei 23 bis 29 km/h, die wirkliche maximal 53 km/h; in den engsten Kurven darf aber nur mit 16 km/h gefahren werden.

Die Beschleunigung wechselt je nach dem Zugsgewicht von za. 0,7 bis 0,9 m/Sec.$^2$

Die *Verkehrsarbeit* beträgt täglich za. 48 300 Wagenkilometer, also jährlich za. 17 600 000 Wagenkilometer; im Geschäftsjahre 1904/05 wurden täglich durchschnittlich 114,232, im ganzen Jahre 41 694 788 Reisende befördert, d. i. 2.37 Reisende pro Wagenkilometer.

Der $1^1/_2$-Minutendienst auf dem innern Kreise gestattet dort die regelmässige stündliche Beförderung von 40×500 = 2000 Personen nach jeder Richtung.

**2. Arbeitsbedarf, Effekte und Wirkungsgrade.**

Die *maximale Leistung* der Kraftstation, die gebraucht wird, soll 14 000 KW betragen, hiezu kämen aber im Bedarfsfall noch etwa 2000 KW von den beiden äusseren Batterien; zusammen 16 000 KW.

Die *jährliche Arbeit* der Kraftstation belaufe sich auf 36 000 000 KWh, wobei im Winter etwa 20% mehr gebraucht werde als im Sommer, wegen Schnee und Reif; die Heizung ist nur noch zum kleinern Teil elektrisch. Die mittlere tägliche Arbeit betrüge sonach ungefähr 100 000 KWh, was bei 16 000 KW maximaler Leistung einer Ausnützung der letzteren während 6¼ Stunden des Tages oder zu 26% entspräche. *(Die Dampfmaschinenausnützung* ist natürlich wesentlich grösser, da ein sehr grosser Teil der Maximalleistung von Akkumulatoren übernommen ist.) Es kommt dabei in Betracht, dass die Anlage *24 Stunden* im Betrieb ist und dass die Zugsfrequenz zur Hauptzeit fünf Mal so gross ist als in den späten Nachtstunden.

Der durchschnittliche *Energieverbrauch pro Wagenkilometer* soll nach Angabe der Bahn 1,86 KWh ab Kraftstation (Gleichstrom) betragen.

### 3. Unterhalt, Reparaturen und Betriebsausgaben im allgemeinen.

*Die elektrischen Ausrüstungen der Motorwagen* (namentlich die Motoren) waren vor Einführung des Vielfach-Steuerungssystems, bei Betrieb mit je nur 1 Motorwagen in allzuschwerem Zuge, überanstrengt und es konnten nur durch peinlich genauen Unterhalt diese Einrichtungen für den täglichen grossen Verkehr intakt erhalten werden.

Nach den Angaben der massgebenden Beamten der Bahn waren die *Unterhaltungskosten* des früheren, gewöhnlichen Steuerungs-Systems um ein geringes kleiner als diejenigen des neuen *Vielfachsteuerungssystems,* allein die durch das letztere bewirkte namhafte Ersparnis an Stromverbrauch decke mehr als diesen Ausfall. Dies ganz abgesehen davon, dass die Reparaturkosten der vorher überanstrengten Motoren erheblich sanken und die Durchführung des Betriebs überhaupt nur so möglich war. Das Vielfachsteuerungssystem kommt daher die Gesellschaft billiger zu stehen als das frühere; es habe auch sonst alle Erwartungen erfüllt und gar keine Schwierigkeiten bereitet. Die grosse Sicherheit der Funktion der Zentralsteuerung wurde uns an im Betrieb stehenden Wagen von den Bahnorganen mit Genugtuung demonstriert; speziell die Kontaktoren sahen wir sehr sauber arbeiten ohne Feuerstreuung; man konnte selbst bei Stromgabe auf festgebremste Wagen bei Funktionieren des Überlastungsschalters straflos die Hand vor den betr. Kontaktor hinhalten. Seit das Vielfachsteuerungssystem die kurze, geradlinige Führung der Arbeitsstromkabel erlaubt und deren Schutz durch Einzelumhüllung wie beschrieben eingeführt ist, sollen auch diese Leitungen nur sehr selten Reparaturen ergeben.

*Kollektoren* sind einzelne seit acht Jahren im Betrieb, doch wird als mittlere Lebensdauer derselben drei Jahre angegeben, während welcher sie vier bis sechs mal abgedreht werden und zirka 290 000 km laufen.

*Anker* der Motoren sollen ebenfalls etwa drei Jahre oder 290 000 km Lebensdauer haben.

Die kleinen *Zahnkolben* haben zirka 65 000 km, die grossen Zahnräder ungefähr 290 000 km Lebensdauer bis zur Auswechslung.

Die *Wirkung des selbsttätigen Strombeschränkers auf die ganzen Reparaturkosten* soll nach den Angaben der Bahnorgane eine ganz augenscheinliche und ausserordentlich wohltätige gewesen sein. Also nicht nur durch Stromersparnis, sondern namentlich auch durch Schonung der Motoren und daherige Verminderung der Anker- und Kollektor-Reparaturen bewährte sich diese Anordnung. Es wurde uns mitgeteilt, dass man seit deren Einführung mit dem Vielfach-

steuerungssystem unter gleichzeitiger Verdopplung der Motorenzahl, Erhöhung der Geschwindigkeit und der täglichen Kilometerzahl pro einzelnen Motor die Zahl der ständig für Ankerreparaturen beschäftigten Arbeiter von 14 auf 4 habe reduzieren können, sodass also die Reparaturen spezifisch etwa auf rund $^1/_{10}$ zurückgegangen wären.

Die Gesellschaft besitzt sehr wohldurchdachte *Einrichtungen für rasche und bequeme Reparaturen.* Sie hält unter anderem, was wir auch bei anderen grösseren Betrieben beobachteten und was beinahe als landesüblich bezeichnet werden kann, stets eine Anzahl fertig montierter Drehgestelle in Reserve. Hat ein Wagenmotor Defekt, so fährt er sofort vom Hochgeleise über einen in der Werkstätte befindlichen Aufzug auf dem das ganze Drehgestell in eine untere Etage und an seiner Stelle ein Reservedrehgestell hinaufbefördert wird, so dass nach einer halben Stunde der Wagen wieder betriebstüchtig abfährt. Alle Wagen werden, je nach zurückgelegtem Weg, ein bis drei mal per Woche inspiziert.

Die *Unterhaltungskosten des Rollmaterials im ganzen* kommen nach Angabe der Bahn auf 4,66 Rp. per Wagenkilometer zu stehen.

*Personal.* Das „Transportation Department" steht unter einem besonderen „Superintendent", direkt unter diesem ein Zugsmeister, ein Inspektor (und Instruktor) der Motorführer, ein Stationsinspektor und die „train dispatchers"; unter letzteren steht wieder die eigentliche Zugsleitung wie bei den Normalbahnen. Unter dem Stationsinspektor stehen die „station agents", einer pro Station im Dienst, lediglich die Kontrolle der Fahrberechtigung ausübend. Diese wird beim Eintritt auf den Perron der Station vollzogen. Dazu kommt pro Station je ein Perronbeamter (plateform man) zur Aufrechterhaltung der Ordnung und Verhütung von Unfällen beim Ein- und Aussteigen. Die verantwortliche Zugsführung hat je ein Konduktor, der einen Motorführer unter sich hat, sowie ein bis zwei „Wärter" (Guards), welche mit dem Konduktor die Stationen rufen, die Türen öffnen und schliessen um Zeit zu sparen, und die Fahrbereitschaft anzeigen. Auf der Strecke sind Weichenwärter in Weichentürmen (tower men), welche ihre Befehle direkt vom train dispatcher erhalten; dazu eine Anzahl Streckenwärter. Das Personal hat, wie überall bei den amerikanischen Bahnen, sehr strenge Vorschriften, über die hier beispielsweise Näheres angeführt sei:

(Wirth): Die Angestellten werden gemäss dem Vertrag zwischen der Gesellschaft und der Abteilung Nr. 308 des Verbands der Personalverbände der Strassen- und elektrischen Bahnen von Nordamerika behandelt und bezahlt.

Dieser Vertrag schreibt vor, wie Zwistigkeiten zwischen Gesellschaft und Angestellten zu regeln sind, und gibt die Arbeitszeit sowie die Bezahlung für die geleistete Arbeit an. Anstände werden zunächst von einem aus Angestellten der Gesellschaft gebildeten Komite und Vertretern der Gesellschaft behandelt. Kommt es dabei zu keiner Einigung, so tritt der Vorstand der Abteilung Nr. 308 des Gewerkschaftsverbandes für denjenigen der Angestellten der Gesellschaft ein. Die Differenzen sollen bei diesem System leicht behoben werden können.

Angestellte können während der ersten drei Monate ihrer Anstellung von der Gesellschaft entlassen werden ohne Anrufung eines Schiedsgerichts. Ist jedoch der Angestellte bei seinem Eintritt in den Dienst der Gesellschaft schon Mitglied des Gewerkschaftsverbandes, so wird diese Probezeit auf 30 Tage reduziert.

Die Arbeiter verpflichten sich, Sympathiestreike infolge Zwistigkeiten in anderen Bahngesellschaften nicht mitzumachen; dafür wird sich die Gesellschaft auch an keinem „lockout" beteiligen.

Die Lohnskala zeigt, dass die Angestellten dieser Bahn recht gut bezahlt sind, speziell wenn man in Betracht zieht, dass man in Amerika *als Arbeiter*, mit Ausnahme etwa der Wohnungen, ebenso billig, wenn nicht billiger leben kann, als der schweizerische Arbeiter lebt: Mehr als acht Stunden Arbeit müssen wie zehn Stunden — ein Arbeitstag — vergütet werden. Für die Führer und Kondukteurs darf die Arbeitszeit (Präsenzzeit inbegriffen) 14 Stunden per Tag nicht übersteigen. Extraarbeiten werden besonders bezahlt. Die Arbeitszeit in den Werkstätten ist auf zehn Stunden festgesetzt. Angestellte der Zentralweichenstellung arbeiten nicht mehr als acht Stunden und werden mit Fr. 1.50 per Stunde bezahlt. Billeteure auf Stationen erhalten Fr. 8.20 für eine zwölfstündige Arbeitszeit, die eigentlich lediglich Präsenzzeit ist, da diese Angestellten nur zu kontrollieren haben, ob die Reisenden beim Eintritt die gekauften Fahrkarten in eine Urne werfen.

Es muss nun aber beigefügt werden, dass die Angestellten seitens der Gesellschaft weder gegen Unfall noch gegen Krankheit versichert werden. Die kranken Angestellten erhalten, besondere Fälle vorbehalten, in der Regel nur eine erste Unterstützung.

Bei dieser Bahn ist, ebenso wie bei den andern besichtigten, der Alkoholgenuss während der Dienstzeit den Angestellten streng untersagt (Wirth).

Den von der Gesellschaft erhaltenen Angaben entnehmen wir Folgendes betreffend die

*Betriebsausgaben im Geschäftsjahre 1904/05:*

| | Total Fr. | per Wagenkm. Rp. |
|---|---|---|
| Unterhalt der eigentlichen Bahnanlage u. d. Gebäude | 533 505. 30 | 3,03 |
| Unterhalt des Rollmaterials mit Ausrüstung . | 816 863. 35 | 4,65 |
| Betriebskraft, Personal etc. . . . . . . | 3 504 045. 30 | 19,89 |
| Allgemeine Ausgaben . . . . . . . | 468 890. 10 | 2,67 |
| Total | 5 323 304. 05 | 30,24 |

**4. Betriebseinnahmen.**

Im erwähnten Geschäftsjahre 1904/05 betrugen, bei einer Beförderung von 41 694 788 Reisenden und einer Förderungs-Arbeit von 17 600 000 Wagenkilometer (2,37 Reisende pro Wagenkm.) die Betriebseinnahmen:

| | Total Fr. | per Wagenkm. Rp. |
|---|---|---|
| die Bruttoeinnahmen des Betriebs für die Reisendenbeförderung . . . . . . . . . | 10 404 686. 90 | 59,10 |
| do. für anderes aus dem Betrieb . . . . . | 400 022. 20 | 2,28 |
| Total | 10 804 709. 10 | 61,38 |
| Stellt man diesem gegenüber die vorerwähnten Total-Ausgaben von . . . . . . | 5 323 304. 05 | 30,24 |
| so ergibt sich als Reingewinn aus Betrieb . . vor Verzinsung und Abschreibung und ohne Erneuerungsrücklagen. | 5 481 405. 05 | 31,14 |
| Dazu kamen noch andere Einnahmen von . . | 27 768. 95 | 0,16 |
| Somit totaler Reingewinn . . . . . . | 5 509 174. 10 | 31,30 |

Die eigentlichen Betriebsausgaben betragen also 49 bis 51 % der Brutto-Einnahmen.

### D. Allgemeine Beurteilung.

Der Übergang vom Dampf- auf den elektrischen Betrieb hat bei dieser Bahn nach entschiedenem Urteil der Gesellschaft die Überlegenheit des letzteren für Massenpersonenverkehr gezeigt. Der elektrische Betrieb allein hat es ermöglicht, diesen Verkehr aufs äusserste zu steigern, sowohl was Frequenz als was grosse mittlere Fahrgeschwindigkeit anbelangt, die wegen der kleinen Stationsdistanzen nur durch sehr hohe Beschleunigung mittels der elektrischen Motoren erreichbar war.

Die elektrischen Einrichtungen haben sich bei diesem Betrieb mit ausserordentlichen Beschleunigungen und erheblichen Geschwindigkeiten durchwegs bewährt und verursachen unbedeutende Reparaturen. Das Vielfachsteuerungssystem erst hat neben der grössern Beschleunigung die Steigerung des Zugsgewichts und der Förderarbeit auf das heutige Mass erlaubt. Die Apparate dieses Systems haben sich als betriebstüchtig erwiesen; sie haben ausserdem namhafte Ersparnisse an Strom und Reparaturkosten der andern Teile bewirkt.

Die Chicagoer Hochbahnen geben ein gewichtiges Zeugnis der Zuverlässigkeit und Betriebstüchtigkeit dieser Vielfachsteuerungssysteme einerseits und des Drittschienensystems mit Gleichstromniederspannung anderseits für sehr frequenten Zugsdienst, der nach Gewicht und Schnelligkeit vergleichbar unserm üblichen Personenzugsdienst.

Es sollen Störungen durch dritte Schiene laut Angabe der Bahn selten vorkommen; meist genüge im Winter das häufige Fahren (wie erwähnt, ist durchnächtiger Dienst), um die Bildung von Eis auf der dritten Schiene zu verhüten; bei sehr ungünstigem Wetter werden Schienenkratzer und das Träufeln von Calcium-Chlorid angewendet, sodass Störungen nur noch bei ganz ausserordentlichen Witterungsverhältnissen vorkommen, die jedoch dann viel schwierigere sind, als sie je in unserem Klima auftreten.

Wegen des Abschlusses der ganzen Bahnanlage auf Hochgerüste können Unfälle beim Publikum durch dritte Schiene keine Rolle spielen; bei den Stationen ist der Schutz der Fahrgäste leicht zu erreichen und scheint in der vorhandenen Ausführung zuverlässig zu sein.

## The Interborough Rapid Transit Co., New York.

Diese Gesellschaft umfasst die zwei Bahnen: *New York Subway* (Untergrundbahn) und *Manhattan Elevated R. R.* (Hochbahn) in New York City. Der Umfang dieser Unternehmung ist ein gewaltiger. Sie besitzt zwar kaum 300 km Geleise, aber ihre jährliche Förderung beträgt 128 720 773 Wagenkilometer oder 514 883 092 Achsenkilometer. (Zum Vergleich: Für die ganze Schweiz ergaben sich im Jahre 1903 nur 289 317 902 Achsenkilometer aus dem Personenverkehr.) Wir betrachten zunächst

# The New York Subway.

*Stadt- und Untergrundbahn mit Gleichstrom und dritter Schiene.*

## A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Die grösste Stadtbahn der Welt; Linien und Stationen zum grössten Teil unterirdisch, streckenweise als Hochbahn ausgeführt. Zufolge der Ausdehnung der Stadt kommen erhebliche Entfernungen vor; der längste Ast ist za. 22 km lang. Daher sind, trotzdem Haltestellen ungefähr alle $^{2}/_{3}$ km vorkommen, Geschwindigkeiten angewandt, die denen der Personenzüge unserer Normalbahnen gleichkommen: kommerzielle Geschwindigkeit bis 40 km/h, wirkliche maximale von 68 km/h. Die Bahn dient ausschliesslich dem Personenverkehr, der aber der intensivst denkbare ist. Daher werden Züge befördert, deren Gewicht unseren Normalbahnzügen gleichkommt (bis zu 300 t), bei einer Zugsfrequenz, welche diejenige jeglicher europäischer Oberflächen-Trambahn übersteigt: Zeitweise alle $1^{1}/_{2}$ Minuten ein Zug nach einer Fahrrichtung. Es wird ausschliesslich Motorwagenbetrieb mit Vielfachsteuerung verwendet. Der Umfang der Unternehmung übertrifft auch finanziell manche grösste europäische Vollbahn, die Förderleistung ist nahe das Doppelte des gesamten schweizerischen Personenverkehrs. Die eigene Kraftstation der Untergrundbahn kann 75 000 PS leisten.

Die Untergrundbahn war eine dringende Notwendigkeit geworden. Die in vielen Ästen New York durchziehende Hochbahn und die mit grösstmöglicher Frequenz verkehrenden Oberflächen-Strassenbahnen zusammen vermochten den ungeheuren Verkehr nicht mehr zu bewältigen, welcher von dem so eng zusammengedrängten Geschäftszentrum auf der Südspitze von Manhattan, der City im engern Sinne, ausgeht, und der sich namentlich zu den Stunden des allgemeinen Geschäftsbeginnes und -Schlusses beispiellos zusammendrängt, sodass die Strassen und Bahnen den Menschenstrom nicht mehr fassen zu können drohen. Auch heute, nach Eröffnung der Untergrundbahn, sind Bilder von Ansammlungen von Strassenbahnwagen, wie unter Nr. 3 gezeigt, zufolge dichten Verkehrs in den Hauptstrassen noch eine tägliche Erscheinung, trotz der in gleicher Richtung verkehrenden grossen Züge des „El“ (Elevated R. R., Hochbahn), wie sie das Bild 4 darstellt, und eines gedrängten Fussgängerverkehrs auf den Hauptadern wie im Bilde 2 ersichtlich.

## B. Bauliche Anordnung und Ausdehnung der Anlage.

### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

Wir müssen uns versagen, auf die Fülle der äusserst interessanten *baulichen Einzelheiten* dieser Bahn hier näher einzutreten, die eine grosse Summe, namentlich für den Bauingenieur lehrreichen Materials enthalten. Wir verweisen diesbezüglich auf die zahlreichen eingehenden Beschreibungen, die darüber an verschiedenen Orten erschienen. (Eine reich illustrierte, prachtvoll ausgestattete Beschreibung, welche die Bahngesellschaft selbst herausgegeben hat und die uns überreicht wurde, enthält ebenfalls interessante Angaben über den baulichen Teil. Wir entnehmen derselben auch viele unserer Bilder.) Hier müssen wir uns darauf beschränken, dasjenige anzuführen, was für die Betriebsart besondere Bedeutung hat.

Die *Spurweite* ist die normale.

Das *Profil* ist wechselnd; es kommen tiefliegender und hochliegender Tunnel (Unterpflasterbahn), Tunnel unter Flüssen und Hochbahn vor.

*Länge:* Die Stammlinie von der Südspitze von Manhattan (South Ferry) bis zur 103. Strasse ist za. 11,5 km lang und viergeleisig; der von hier abgehende westliche Zweig bis Bailey Av. za. 11,5 km; der östliche Teil bis Bronx Park za. 11,0 km; letztere beiden Zweige sind teils zwei-, teils dreigeleisig. Grösste Entfernung von einem Ende zum andern somit rund 22 km; Bahnlänge 34 km. Weitere za. 4½ km Bahnlänge waren bei Besichtigung im Bau von South Ferry unter dem East River durch bis zur Atlantic Av. in Brooklyn, zweigeleisig. Die Geleiselänge ist so rund 117 km mit Inbegriff des Brooklyn-Zweiges.

*Stationen* sind 51 vorhanden; ihre mittlere Entfernung beträgt somit zirka 0,67 km Bahnstrecke. Auf der Stammlinie sind fünf Schnellzugsstationen in einer mittleren Entfernung von za. 1 km.

Die *Steigungen* bewegen sich im allgemeinen zwischen 0 und 10‰, doch kommen bei den Rampen zu den Tieftunnels, bei einzelnen Hügeln und Tälern und bei eigenen Unterführungen wiederholt Steigungen von 30‰ vor. Bei jeder Station ist zur Erleichterung des Anfahrens in dessen Richtung eine Strecke von za. 2% Gefälle eingelegt.

Die *Richtungsverhältnisse* sind im allgemeinen günstig; es kommen aber in den Schleifen der Endstationen Minimalradien von 44,8 m vor. 23% des Geleises liegen in Kurven.

*Unterbau und Oberbau.* Es sind Holzschwellen von 2400 × 203 × 127 mm verwendet. Die Schienen ruhen auf Unterlagsplatten von 8 mm Dicke, sie wiegen 49,2 kg/m und sind 146 mm hoch (Normalprofil des amerikanischen Zivilingenieurvereins). In den Kurven überall Führungsschienen auf der Innenseite.

Von den *Haltestellen* sind etwa ⅔ Untergrundstationen, mit besonderen Einsteigeplattformen für jede Fahrrichtung und (an den Schnellzugsstationen) auch besonderen für die Schnellzüge. Diese getrennten Einsteigeplattformen haben im allgemeinen auch auf der Strassenoberfläche getrennte Eingänge und Ausgänge, sodass an den Haltestellen 4 überdachte Treppeneingänge sichtbar werden. Bild 18 zeigt zwei typische solcher Eingänge bei der Brooklyn Bridge; Bild 19 einen Teil des Inneren einer Station (Plattform).

Die *Signal- und Sicherheitsvorkehren* sollen unter den elektrischen Einrichtungen besprochen werden.

### 2. Elektrische Einrichtungen.

Das *System im allgemeinen* ist das folgende: Eine Dampfkraftstation erzeugt direkt in den Generatoren Drehstrom von 11 000 V und 25 Perioden. Kabel, verlegt in den Tunnels längs des Bahntracés, führen denselben zu Unterstationen. Dort wird er hinuntertransformiert und durch Umformer auf 600 V Gleichstrom umgeformt. Es sind *keine* Pufferbatterien vorhanden. Der Gleichstrom wird, abermals mit Kabeln die dem Bahntracé im Tunnel folgen, einer dritten Schiene zugeführt. Von dieser erfolgt die Stromabnahme durch die Kontaktschuhe der Motorwagen, deren mehrere, abwechselnd mit Anhängewagen, die Züge bilden.

*Hilfseinrichtungen:* Der *Beleuchtung des Tunnels* und der Haltestellen dient eine ganz getrennte Anlage. Besondere Maschinen in der Kraftstation erzeugen Drehstrom von 11 000 V und 60 Perioden. Dieser, durch Kabel längs der Bahn

an Transformatorenstationen bei den Haltestellen verteilt, wird auf 120 V umgesetzt und so für die Beleuchtung der Stationen verwendet. Ein Teil wird auf 600 V umgesetzt und dient mit je 5 Lampen in Serie für die Beleuchtung der, zwischen den Haltestellen liegenden Tunnelstrecken. Die Ein- und Ausgänge der Haltestellen werden ebenfalls durch diese 600 V-Anlage beleuchtet, deren Netz im Notfalle auch auf die 600 V Gleichstrom der Kontaktschienen umgeschaltet werden kann.

Für das *Signalsystem auf der Strecke* wird Einphasenwechselstrom von 500 V und 60 Perioden in besonderer Anlage erzeugt und zwar durch Motorgeneratoren in den Umformerstationen vom Gleichstrom aus. Dieser Strom wird durch Kabel längs der Strecke geleitet. Gleichstrom von 16 V für denselben Zweck wird ferner durch, längs der Strecke aufgestellte Akkumulatorenbatterien geliefert, die selbst durch Motorgeneratoren, gespeist vom 500 V-Gleichstrom der dritten Schiene, geladen werden. Pressluft, ebenfalls für Signalbedienung, wird erzeugt in den Unterwerken, durch Kompressoren, die dort von Gleichstrommotoren angetrieben werden.

*Die Kraftstation* liegt, wohl nicht weit vom Schwerpunkt der Verkehrsleistung, dicht am Hudson an der 58. Strasse, kaum 1 km von einem Punkt der Stammlinie entfernt, der auf ungefähr $^2/_3$ der Länge derselben vom südlichen Endpunkt und auf ungefähr $^2/_3$ der Gesamtlänge vom nördlichen, weniger belasteten Ende der ganzen Bahn liegt.

Da es sich um eine der bedeutendsten Dampfkraftstationen handelt, die in mancher Beziehung typisch ist für amerikanische Ausführung, gestatten wir uns eine eingehendere Beschreibung.

Das *Gebäude* ist 212 m lang und 61 m breit. Es ist nicht nur von imposanter Grösse, sondern präsentiert sich auch architektonisch sehr gut, mit prachtvollen Vorhallen, Bureaux etc. Das Bild 25 zeigt das Gebäude von aussen. In 2 Hauptlängsschiffen enthält es einerseits die Kesselanlage in einem Raum zu ebener Erde mit darüber befindlichen Kohlen-Speichern; im andern Längsschiff die Dampfdynamos in einer Reihe. Die Kamine sind behufs Ersparniss an Grundfläche auf überspannenden Tragwerken über den Kesseln fundiert. Ein schmales Mittelschiff zwischen den beiden Hauptschiffen enthält sämtliche Dampf- und Wasserleitungen, um die Schäden von Dampfausströmungen zu lokalisieren; ähnlich sind in einem äussersten Seitenschiff die elektrischen Leitungen und Schaltanlagen untergebracht.

Die Anlage besteht gewissermassen aus 6 von einander unabhängigen Kraftstationen, von denen jede in einer Reihe quer durch das Gebäude umfasst: Kohlenzufuhr, Kessel, Röhrensystem, Dampfdynamo und Schaltanlagen. Die Hälfte einer solchen Abteilung nimmt in der zukünftigen Mitte eine Gruppe von besonderen Maschinen und Dynamos für Erregung, Beleuchtung u. s. w. ein.

Zur Zeit der Besichtigung waren von den plazierbaren $(2 \times 6 - 1 =)$ 11 Aggregaten für Bahnstrom deren 9 aufgestellt.

Im einzelnen besteht *jede Einheit* aus: Einem Schornstein von 69 m Höhe und 4,57 m lichtem oberem Durchmesser, aus Ziegelstein. mit künstlichem Zug, erzeugt durch von besonderen Dampfmaschinen angetriebene Gebläse; 12 Wasserröhrenkesseln mit je 3 Oberkesseln, 558 m² Heizfläche, 15,3 Atm. Dampfdruck, versuchsweise z. T. mit Überhitzern und nur teilweise mit selbsttätiger Feuerung für Weichkohle eingerichtet; zwei *Dampfmaschinen,* je bestehend aus 2 durch gemeinsame Welle gekuppelten Paaren von Compoundmaschinen, mit horizontalen und vertikalen Zylindern kombiniert (vom Typus der in der Kraftstation der New Yorker Hochbahn verwendeten), bei 75 U/M je 7500 HP normale, 11000 HP

maximale effektive Leistung gebend, ausgeführt von der Allis-Chalmer Co. in Milwaukee, je mit besonderer Condensator-Dampfmaschine und allen nötigen Zutaten wie Condensation, Speisepumpen u. s. w. für einen vollständig von den anderen unabhängigen Betrieb. Ferner, direkt mit den 2 Hauptmaschinen gekuppelt: Je 2 *Drehstromgeneratoren*, zwischen die Zylinder der Dampfmaschinen gestellt, von je 5000 KW normaler und za. 7500 KW kurzzeitiger Leistung in Drehstrom von (wie bei allen grossen New Yorker Anlagen) 25 Perioden unter 11 000 V. Der Durchmesser der Welle in der Nähe des Magnetrades beträgt 940 mm, das Gewicht des Magnetrades, welches gleichzeitig als einziges Schwungrad der Dampfmaschine dient, ist 152 t, dessen Durchmesser 9760 mm, während die äussere Höhe (Durchmesser) der Maschine za. 12,8 m beträgt. Gesamtgewicht des Generators (wohl ohne Welle) 400 t; garantierter Wirkungsgrad bei Vollast 97 %, Halblast 95 %, Viertellast 90 %, abgesehen von Lagerreibung und Ventilations-Verlust. Garantierte Spannungserhöhung von voll mit $\cos \varphi = 1$ auf leer: 6 %. Die Generatoren sind von Westinghouse geliefert. Es dürften an Abmessungen von den grössten der Welt sein. Siehe die Masskizzen 27 und 28. Die sämtlichen Maschinenaggregate stehen in Einer Reihe, ihre Rotationsachsen eine einzige Gerade bildend.

Zur Zeit der Projektierung der Anlage (1901) hielt man *Dampfturbinen* von der hier notwendigen Grösse als noch nicht genügend erprobt bezw. für noch zu sehr in Entwicklung begriffen, und konnte sich daher nicht zu solchen entschliessen; man blieb bei dem, in der Zentrale der Untergrundbahn bewährten Typus von Kolbenmaschinen. Garantiert wurde ein Dampfkonsum von 5,6 kg per indizierte Pferdekraftstunde bei gesättigtem Dampf von 12,6 kg/cm² Druck. Diese Ausführung steht derjenigen beinahe aller anderen grossen Dampfzentralen entgegen, welche gleich darauf in Amerika entstunden, und die sämtlich Dampfturbinen besitzen; gegenüber diesen überrascht daher diese neue Anlage mit ihren schwerfälligen, viel Raum beanspruchenden Maschinen.

Die *Erregung* ist separat; es dienen ihr: 2 Dampfmaschinen von je 400 HP normal, za. 500 HP maximal, stehend zweistufig ohne Kondensation, 150 U/M; 2 Gleichstromgeneratoren von 250 KW, direkt damit gekuppelt; dann eine stets parallel geschaltete Batterie von 3 000 A × 1 h. Ferner 2 Motorgeneratoren, gespeist aus Transformatoren durch 400 V Drehstrom. Erregerspannung 250 V.

Im Mittelfeld sind ferner aufgestellt für die *Beleuchtung* der Untergrundbahn: 3 Doppeldampfturbinen (Tandem) von 1200 U/M und 2800 HP normal. Sie sind direkt gekuppelt mit Generatoren von je 1875 KW Drehstrom von 11 000 V bei 60 Perioden. Diese Einheiten von der Westinghouse El. & Mfg. Co.

Die *Gesamtleistung* der Kraftstation zur Zeit der Besichtigung war an Bahnstrom normal 45 000 KW, maximal za. 65 000 KW und (abgesehen vom Erregerstrom) an Hülfsstrom für Beleuchtung u. s. w. normal 5600 KW.

Mit ihren rund 50 000, nach ihrem Ausbau 85 000 KW Maximalleistung oder 120 000 HP der Dampfmaschinen dürfte diese Anlage *die grösste Bahnkraftstation der Welt* sein. (Dagegen sind die grossen Dampfkraftstationen der Edisongesellschaft für die Beleuchtung New Yorks für grössere Leistungen erstellt.)

Unser Bild 26 gibt nur einen schwachen Begriff vom Anblick des Innern des Maschinensaales mit dem Seitenschiff der Schaltanlage.

Die Kraftstation ist mit einer *Oeldruckanlage* versehen, welche sämtliche Schmierstellen aus hochgelegenen Reservoirs, mit überall doppelt vorhandenem Röhrensystem, speist; ferner ist eine *Pressluftverteilung* vorhanden, welche zum Reinigen von Maschinen durch Ausblasen, für Signale und verschiedene andere

Zwecke dient. Dass für alle möglichen Bedürfnisse *Kräne* und alle anderen mechanischen Erleichterungen vorhanden sind, versteht sich von selbst.

Die *Schaltung und die Schaltanlage* hat die typische Disposition aller modernen, grossen nordamerikanischen Kraftzentralen für Beleuchtungsstrom oder für Bahnstrom. Hat man in Europa vor nicht sehr langer Zeit durch Bilder und Beschreibungen grosser Wasserkraftstationen im Westen Amerikas, aber auch von Dampfstationen im Osten, den Eindruck erhalten, die Schaltanlagen wären in Nordamerika zwar einfach, billig und für die Bedienung praktisch, aber mit ungenügender Rücksicht auf Sicherheit der Personen, des Betriebs und gegen Feuerschaden durch die Anlage selbst erstellt, so hat sich dies bei den neueren Anlagen vollständig zum Gegenteil gewendet. Grösstmögliche Sicherheit und Einfachheit des Betriebes gibt das Hauptmotiv für die Konstruktion, daneben Bedienung durch möglichst wenig, dafür um so verantwortlicheres Personal, dem man wiederum den Dienst möglichst bequem gestaltet. An Reserven, die momentan wirken können, an Unterteilung und feuerfester Trennung zur Lokalisierung von Störungen und an weitgehendsten mechanischen Bedienungseinrichtungen wird daher nicht gespart. Die Komplikationen durch die letztern werden nicht gescheut. Die Hauptstromschaltungen werden so angeordnet, dass sie beim *Normalfall,* dem ungestörten Betrieb, möglichst einfach sind, dass bei eingetretener Störung das gestörte Element sofort erkannt und ohne Störung anderer eliminiert wird, und dass eine umständlichere Verbindungsart erst bei Störungen einzutreten hat. Wie alle diese Schaltanlagen, hat daher auch die vorliegende keine ringförmigen Sammelschienen, sondern nur offene, „lineare“ oder „gerade“ Schienensysteme; jedes Unterwerk hat seine besonderen, von der Kraftstation ausgehenden und unverzweigten Kabel, und die Unterstationen sind nicht direkt unter sich verbunden. Unsere Tafel 7 erläutert das allgemeine Schaltungsschema.

Die Hauptsammelschiene der Zentralen (für 11 000 V) ist doppelt vorhanden: Ein System für den Dienst, ein System für den Störungsfall. Von den Generatoren gelangt der Strom über einen Maximalschalter, der auch Rückstromrelais besitzt, zu kurzen Hülfssammelschienen und von diesen einerseits und normal über einen zweiten Schalter zur im Dienst stehenden Hauptsammelschiene, anderseits und ausnahmsweise über einen dazu parallel angeschlossenen, gleichen Schalter (Wahlschalter) zur Störungs-Hauptsammelschiene. Die zu den Unterwerken abgehenden Speisekabel schliessen nicht direkt an die Hauptsammelschienen an, sondern je in einer kleineren Zahl (8) an Gruppensammelschienen, welche ihrerseits mit je einem Schalter an die Dienst- oder die Störungs-Sammelschienen angeschlossen werden können. Von den Gruppensammelschienen gehen die Speisekabel wieder mit selbsttätigen Schaltern ab, die bei Überlastung durch Zeitrelais betätigt werden. Am Ende jedes Speisekabels, beim Anschluss an die Sammelschienen im Unterwerk, sind abermals selbsttätige Schalter angebracht, die bei Überlastung und bei Rückstrom *sofort* ausschalten. Hierdurch ist eine, auch nur kurzzeitige Überlastung eines Unterwerks durch Rückstrom bei Fehler im Kabel vermieden, während anderseits kurzzeitige Überschreitung der normalen, nach einem Unterwerk gehenden Stromstärke von dem, einer solchen Überlastung gewachsenen, kräftigen Kraftwerk aus keine Ausschaltung des Unterwerkes in der Kraftstation bewirkt. Die Hintereinanderschaltung der Gruppenschalter und Einzelkabelschalter, sowie diejenige der Hauptgeneratorenschalter und deren Wahlschalter bewirkt ferner, dass bei Fehlern in einem dieser Schaltersysteme wenigstens das andere, in Reihe geschaltete zur Wirkung kommt. Eine Unterstation ist stets durch mehrere Speisekabel bedient, welche an *mehrere*

*verschiedene* Gruppensammelschienen des Kraftwerkes anschliessen, sodass bei notwendiger Ausschaltung eines Gruppenschalters die Stromzufuhr nicht ganz unterbrochen, nur reduziert ist.

Noch kommt hinzu, dass diese Zentrale der Untergrundbahn durch kräftige Kabelleitung (8 Kabel) direkt mit den Sammelschienen des Kraftwerks der Hochbahn verbunden ist, das dieselbe Stromart und Spannung erzeugt; dies sichert eine wertvolle gegenseitige Aushülfe im Notfalle. Eine gegenseitige Ergänzung liess sich schon deswegen ins Auge fassen, weil die Zeiten der Maximalleistung zufolge verschiedeneu Bedienungsgebietes nicht zusammenfallen: Bei der Untergrundbahn auf morgens 9 und abends 5 Uhr, bei der Hochbahn morgens 8 und abends 6 Uhr.

Die *Schaltanlage* füllt wie bemerkt das äusserste Nebenschiff des Kraftwerks. Dieser Teil enthält in der Hauptsache:

In *hohem Souterrain:* Die zwei Systeme Hauptsammelschienen für 11 000 V;

*im Parterre* (Maschinensaalhöhe): Sämtliche Hochspannungsschalter, nämlich Hauptmaschinenschalter, Wahlschalter für dieselben, Gruppenschalter und Speisekabelschalter; dann die Generatorensammelschienen und die Gruppenverteilschienen;

*im ersten Stock:* Die Messinstrumententafel für die abgehenden Speiseleitungen und die Maschinen, und davor die Zentralschaltpulte für die Fernbetätigung aller Schalter; ferner in der Mitte die Erregerschalttafel. Dieser Oberstock enthält somit nur Niederspannung.

Von den Generatoren gehen die Leitungen in einem zweiten Souterrain rechtwinklig zur Längsaxe des Gebäudes nach der Seite, an welcher die Schaltanlage ist, und die zugehörigen Schalter befinden sich direkt gegenüber den Maschinen, deren Mittel za. 16 m auseinander liegen, sodass auf diese Weise „Einzelschaltstellen“ mit möglichster räumlicher Trennung entstehen. Die Schaltpulte der Zentralbedienungsstelle sind dagegen auf die Längenmitte des Hauses konzentriert, sodass der Operator hier nur eine Länge von etwa 9 m zu übersehen und zu bedienen hat.

Sämtliche Hochspannungsschalter und Sammelschienen sind in Backsteinzellen eingebaut, mit durch Steinwände getrennten Polen. Das ganze Schalthaus ist in Eisen und Beton ausgeführt, Holz vollständig vermieden. Die Backsteinzellen, in welche die Sammelschienen eingebaut sind, zeigt das Bild 29. Die Leitungen sind gebildet: Von den Maschinen zu deren Hauptschaltern durch das zweite Souterrain aus Einleiterkabeln mit Faserisolierung, in glasierten Steingutröhren verlegt; innerhalb der Schaltanlage durch Einleiterkabel mit Gummiisolierung auf Porzellanisolatoren; von der Schaltanlage zu den Unterwerken in verseilten Dreileiterkabeln, mit Papierisolation, Bleimantel und Asbestschutz, geführt in mehrlöcherigen Röhren aus klinkerhart gebranntem glasiertem Ton wie landesüblich. Die Schalter sind alle Ölschalter, betätigt durch Gleichstrommotoren und Federn, mittels Fernschaltung. (Im Bilde 30 eines solchen Schalters sind die Schieferwände zwischen den Polen herausgenommen.)

*Die Betätigung der ganzen Anlage* geschieht wie bemerkt von einem Zentralpulte im ersten Stock aus. Dieses Schaltpult ist eingerichtet wie jetzt in Nordamerika ganz allgemein üblich. Die linke Hälfte enthält die Schaltfelder für die Maschinen, die rechte, weniger zu bedienende, diejenigen für die abgehenden Speiseleitungen. Kleine Messingbarren auf der Oberfläche der Marmortafeln geben ein (einpoliges) getreues Bild der Leitungen, in welchem die Griffe für die Fernbetätigung der Schalter so angeordnet sind, dass sie die vor-

genommene Schaltung unmittelbar zur Darstellung bringen. (Siehe die Zeichnung 32.) Rot und grün aufleuchtende Signallampen melden den Vollzug der Ein- oder Ausschaltung von den Schaltern selbst her zurück. Auf den Pultplatten sind ferner Hebel und Griffe für alle Hülfsoperationen angebracht; der Operator vollzieht damit von hier aus: Signalgebung an die Maschinisten, Einschaltung der Erregung, Regulierung derselben, Regulierung der Geschwindigkeit der Dampfmaschine, Synchronisierung und Beobachtung der Spannung, Auf- und Abschaltung der Generatoren auf diese oder jene Sammelschiene; ebenso Zu- und Abschaltung der Speiseleitungen und deren Gruppenschienen. Im Bilde 31 erkennt man eine Ansicht, in der Skizze 32 eine schematische Zeichnung eines Teils des Bedienungsschaltpults.

Die gesamte Fernbetätigung, die Lichtsignale derselben, die Bedienung der Auslösemagnete und der Hülfsmotoren der Schaltanlage geschieht durch einen besonderen Gleichstromkreis von 100 Volt, dessen Quelle eine im 2. Stock der Schaltanlage selbst untergebrachte Akkumulatorenbatterie ist. Diese wird durch einen ebendort unter der Aufsicht des Zentralwärters stehenden kleinen Umformer gespeist.

*Die Erregerschaltanlage* dient nicht allein der Erregung der Generatoren, sondern auch der Stromlieferung für: Die Beleuchtung der Zentralen selbst, den Betrieb von Motoren für Kohlen- und Aschentransport, die Gebläse der luftgekühlten Transformatoren, für die Erreger-Umformer u. s. w. Diese Schaltanlage wird ebenfalls vom Standort des Operators vom zweiten Stock aus fernbetätigt.

*Die besondere Schaltanlage des 60-Perioden-Drehstroms* von 11 000 Volt (für die Beleuchtung der Tunnels) ist ähnlich gebaut wie diejenige für den Hochspannungsfahrstrom.

*Die Umformerwerke.* Auf dem bisher gebauten Netz sind deren acht vorhanden, am Bahntracé gelegen, in mittleren Abständen von za. 4 km Bahnlänge. Auch diese Werke, als Typen amerikanischer Ausführung von besonderem Interesse, mögen etwas eingehender beschrieben werden.

*Allgemeine bauliche Anordnung.* Bei der vollständigen Überbauung des Stadtgebietes war die Konstruktion dieser Werke inmitten anderer Häuser an der Strassenfront mit möglichst geringer Frontbreite (je za. 15 m) und daher in möglichst gedrängter Bauart nötig. Es ist ein hoher Hauptstock als Maschinensaal und ein Souterrain, sowie ein Vorbau mit Bureaux an der Strassenfront vorhanden. Diese Unterwerke enthalten so nach vollem Ausbau auf den 450 $m^2$ Grundfläche: Transformatoren von 11 500 KW, Umformer mit einer Generatorenleistung von 10 500 KW, sowie verschiedene Hülfsmaschinen. Die sehr praktische Anordnung bietet dennoch überall, wo es nötig ist, sehr reichlich Platz. Die Beleuchtung kann nur durch Oberlicht geschehen, ist aber sehr gut. Nach amerikanischer Art stehen die Transformatoren im Maschinensaal selbst, an beiden Längswänden, nämlich in abgeschlossenen, geerdeten Gussgehäusen, da die Zu- und Ableitungen sämtlich im Souterrain geführt sind und durch die Öffnungen zu den Transformatoren gelangen, durch welche diese von unten mit Pressluft gekühlt werden.

Die Umformer stehen in zwei Reihen vor den Transformatoren, die Reihen parallel, die Achsen senkrecht zu den Längswänden. Es können deren sieben, und dazu ein Hülfsmaschinensatz aufgestellt werden. In der Mitte des Saales bleibt ein freier Längsgang zwischen zwei Säulenreihen. Im Bilde 35 ist der, von der Schaltanlage abgewandte Teil des Maschinensaales dargestellt.

Das ganze hintere Ende des Gebäudes nimmt die Schaltanlage ein, mit Schaltbrettfronten quer zur Längsachse des Gebäudes. Im Parterre (Höhe Maschinensaal) befinden sich in abgeschlossenem Raum die 11 000 V-Drehstromeinrichtungen, und zwar, mit zwei Zwischengängen in drei Reihen angeordnet, die Ölschalter der von der Kraftstation ankommenden Kabel, die Sammelschienen, und die Ölschalter der Transformator-Umformergruppen.

Im ersten Stock sind die Gleichstromeinrichtungen untergebracht, in einer hinteren Reihe die Sammelschienen und selbsttätigen Schalter für die Umformer und abgehenden Linien des Gleichstroms, in einer vorderen die Ampèremeter und gewisse Umschalter der abgehenden Gleichstromspeisekabel, und sodann das Betätigungspult für die Bedienung der ganzen Anlage.

Im Souterrain dieses Gebäudeteils laufen die eingehenden Hochspannungs-Drehstromkabel und die abgehenden Gleichstromkabel zusammen, befinden sich deren Endverschlüsse sowie Überspannungssicherungen. Im übrigen dient das Souterrain links und rechts in der ganzen Länge den bereits erwähnten Luftkammern für die Pressluft und den Kabelverbindungen zu den Transformern, ferner den Kabelgängen für die abgehenden Gleichstromkabel, in der Mitte den auf festen Boden reichenden Maschinenfundamenten.

Der Oberstock der Maschinenhalle kann, soweit ihn nicht das Oberlicht einnimmt, eventuell später zur Plazierung von Pufferbatterien ausgebaut werden.

In den *Einzelheiten* entspricht die Ausführung derjenigen des Kraftwerks. Trotz des sehr beschränkten Platzes ist allen Anforderungen an Betriebs- und Feuersicherheit mit äusserst geschickter Anordnung bestens Rechnung getragen, was um so schwieriger war, als man in dem beschränkten Raume sowohl Hochspannung von 11 000 V als auch sehr grosse Stromstärken — die Gleichstromsammelschienen sind für bis 30 000 Amp. bestimmt — zu führen hat. Im Maschinenraum und am Bedienungsplatz sind nirgends Hochspannungsteile erreichbar. Die Hochspannungskabel sind im Souterrain einzeln auf Mauersätzen (horizontalen Trennwänden) geführt, von den Sammelschienen jeder einzelne Pol ebenso. Nicht nur die Ölschalter der Hochspannung, sondern auch die Maximalschalter des Gleichstroms für die Umformer (für 2400 Amp.) und für die abgehenden Speisekabel (für je zwei solcher zusammen und für bis 5000—7000 Amp.) sind einzeln in gemauerten feuersicheren Zellen untergebracht.

Wie in den meisten neueren amerikanischen Anlagen, ist das Fernbetatigungspult der ganzen Anlage so gestellt, dass der Operator bei der Betätigung nach dem Maschinensaal hin sieht, diesen vollständig überblickt, und gleichzeitig alle, die gesamte Anlage betreffenden Messinstrumente aller Stromarten *vor* sich hat, sogar die Strommesser sämtlicher abgehenden Linien in der gleichen Stellung links und rechts von den anderen Instrumenten Direkt unter den Linienampèremetern hat er die grossen Umschalter für 7500 Amp. zur Hand, deren Umlegung für den Fall des Versagens des zugehörigen Apparatensatzes die betreffende Linie auf einen allgemeinen Reserve-Apparatensatz (Maximalschalter, Strommesser etc.) schaltet. Der freie Durchblick zum Maschinensaal ist hiebei dadurch erreicht, dass Betätigungspult und Apparatentisch nur bis auf gewisse Höhe reichen, die Reihe der Messinstrumente wesentlich höher angebracht, und zwischen beiden ein nur durch leichte Säulen unterbrochener freier Raum geschaffen ist. Siehe das Bild 33.

Die ganze bauliche Anordnung dieser Unterwerke kann als eine ausserordentlich geschickte und als musterhaft sicher bezeichnet werden.

*Elektrische Anordnung.* Die eintreffenden Drehstromleitungen sind dreifach verdrillte Kupferkabel mit Papierisolation der drei Leiter und Bleimantel um das ganze, mit Asbest umwickelt. Zu einem Unterwerk führen stets Kabel sowol auf der einen wie auf der andern Seite des Bahntunnels. Diese Leitungen gehen über die, schon bei Besprechung des Kraftwerks erwähnten selbsttätigen Schalter mit Rückstromrelais auf unterteilbare, offene Sammelschienen im Unterwerk, und durch Maximalschalter zu den Umformeraggregaten. Schalthebel für stromlose Betätigung in den Sammelschienenstrecken und zwischen den Sammelschienen und den ankommenden Linien sowie den Verbindungen nach den Transformatoren gestatten, im gewöhnlichen Betrieb jedes Umformeraggregat durch ein besonderes der ankommenden Drehstromkabel zu speisen, oder aber im Fall von Störungen in Kabeln oder Umformern, eine gemeinsame Speisung durch Sammelschienen vorzunehmen, sei es durch die ganzen Sammelschienen oder abgetrennte Strecken derselben. In die Verbindungen zwischen Sammelschienen und Transformern sind Ölschalter für Betätigung unter Last eingebaut. Im Drehstromkreis der Umformeraggregate finden sich im ubrigen Instrumente lediglich im Niederspannungskreis, zwischen Transformern und Umformern, und zwar Ampèremeter, Wattmeter, Leistungsfaktorzeiger und Wattstundenzähler, nebst Stöpselumschalter für Voltmeter und Synchronisierapparat.

Die *Umformeraggregate* sind gebildet aus je 3 Einphasen-Transformern von je 550 KW in Dreieckschaltung und einem Einankerumformer von 1500 KW normaler Gleichstromleistung bei 250 U/M. Sie können 3 Stunden lang 50 % mehr leisten. Entsprechend 625 V Gleichstromspannung wird der Drehstrom von 25 Perioden mit 390 V zugeführt. Bemerkenswert ist, dass die Schwierigkeit, bei Unterschieden in der Drehstromspannung an den verschiedenen Unterwerken doch dieselbe bezw. die passende Gleichstromspannung zu erhalten, dadurch überwunden ist, dass die (übrigens alle durchaus gleichgebauten) Transformer mehrere Primäranzapfungen besitzen, von denen je die passenden benützt werden.

Die *Transformatoren* sind von der Westinghouse Co. geliefert und deren bekannte, luftgekühlte Type (Bild 34).

Die *Umformer* sind auch hier eigentliche (Einanker-) Umformer. Man schätzt in Amerika den höheren Wirkungsgrad und die Möglichkeit eines grösseren Leistungsfaktors im Drehstrom an diesem Systeme sehr. Was das letztere anbelangt, konnten wir selber im Kraftwerk dieser Anlage an vier im Betrieb befindlichen Generatoren im regulären Betriebe folgende Werte an den Leistungsfaktormessern ablesen, welche jeder Generator trägt: 0,970; 0,980; 0.998; 0,998. Die Umformer dieser Unterwerke sind zwölfpolig, Fabrikat Westinghouse; Fig. 35 zeigt solche Umformer. Das Feld ist mit Compoundwicklung versehen; ferner ist Ausgleichsleitung vorhanden, welche sämtliche negativen Gleichstrombürsten verbindet. Die Umformer sollen ohne ausser Tritt zu fallen ganz bedeutende (100 %) Überlastung ertragen können. Wir fanden sie bezüglich des Zustandes der Kollektoren und bez. der Funkenbildung bewundernswert tadellos im Betriebe. Das Anlassen geschieht von der Gleichstromseite aus und zwar durch Umschalter entweder von der allgemeinen Sammelschiene, oder von einer *besonderen Anlassumformergruppe* aus. Diese bildet einen Motorgenerator mit Asynchronmotor und Gleichstromgenerator von 100 KW Leistung, bedient von 3 besonderen Einphasentransformern mit natürlicher Ölkühlung. Das Anlaufen des Asynchronmotors selbst vollzieht sich unter halber Drehstromspannung mittels besonderer Anzapfungen dieser 3 Transformatoren. Das Anwachsen der

Gleichstromspannung wird dann zum bequemen Ingangsetzen der grossen U- former verwendet. Wir überzeugten uns, dass dieses Anlassen *sehr rasch ge*

*Gleichstromleitungen.* Negative, im Souterrain montierte Sammelschiene verbinden alle Umformer ständig unter sich und mit, an die Fahrschienen führende negativen Speisekabeln, ohne weitere Apparate. Von den positiven Polen d Gleichstromseiten der Umformer führen die Leitungen ausser über erwähn Anlassvorrichtungen (unter anderem den für 3600 A eingerichteten Umschal auf Anlass- oder Sammelschienen) über Maximalschalter mit Zeitrelais (glei zeitig als selbsttätige Rückstromschalter wirkend) auf die positiven Samm schienen. Auch diese sind keine Ringschienen, sondern offene, die, entsprecher der Vermehrung der angeschlossenen Umformer, vom einen Ende gegen d Mitte hin sich verstärken für bis zu 30 000 A, nach der andern Seite Querschnitt wieder abnehmend.

Je 2 abgehende Speiseleitungen sind zusammen durch einen, ähnlich w bei den Umformern gebauten selbsttätigen Schalter für 2400 A geführt u bedienen zusammen eine Sektion der dritten Schiene durch die abgehenden Kab

Die *Apparate für alle Umformeraggregate,* sowohl Messinstrumente als Fe betätigungsschalter u. s. w., finden sich vereinigt auf zentralem Betätigung pult. Die Synchronisierung geschieht nach der in Amerika beliebten Weise gemeinsamem Differential-Voltmeter und Westinghouse'schem Synchronos (ausserdem Phasenlampen), beides sehr grosse Instrumente, welche Spannungs- u Phasen-Unterschied auf Entfernung deutlich zeigen und bequemes synchronisie gestatten. Das Betätigungspult enthält wie üblich auch die Signal- und R meldungslampen für augenblicklichen Stand und vorgekommene Selbstbetätig der Schalter. Siehe das Bild 33.

Die *Hülfsvorrichtungen,* die sich in den Umformerstationen befinden, s wesentlich folgende: Das bereits erwähnte 100 KW-*Umformeraggregat zum Anlass* mit eigenen Transformatoren; ein *Aggregat* mit einem 45 HP-Gleichstrom motor, gespeist von den Sammelschienen, und 30 KW-Generator für E phasen-Wechselstrom von 500 V bei 60 Perioden, für Lichter und Apparate d *Block- und Signalsystems* der Strecke; dann ein Aggregat zur *Erzeugung von Press für die Betätigung des Block- und Signalsystems der Strecken,* bestehend aus ein 35 HP-Gleichstrommotor und direkt gekuppeltem Kompressor mit automatis Ein- und Ausschaltung. Diese drei Aggregate sind in der Reihe der Hau umformer im Maschinensaale aufgestellt. Die Pressluft wird auch für *Pfeifensig für den Dienst in den Umformerstationen selbst* gebraucht. 4 Gleichstrommoto von je 12 HP treiben ferner im Kellergeschoss die *Transformatorengebläse* Endlich ist auch die *Beleuchtung der Stationen selbst* für alle Fälle besonders sichert, indem sie durch einen Einphasen-Transformator mit 600 V Sekund spannung gespeist wird, der an ein besonderes, von der Kraftstation a gehendes Kabel des, dort für die Tunnelbeleuchtung erzeugten 60-Perio Stroms angeschlossen ist. Notfalls kann die Stationsbeleuchtung sofort auf d 625 V-Gleichstromschiene umgeschaltet werden.

Auch diese Umformerwerke sind sprechende Beispiele für die in all neueren amerikanischen Anlagen angewandten Grundsätze, keine maschin Einrichtung zu sparen, um eine sichere und bequeme Bedienung durch mögl wenig Personal durchzuführen, sowie keine scheinbare Komplikation zu sche (z. B. durch die Einführung verschiedener, getrennter Betriebe), um grösstmögl Betriebssicherheit zu erhalten. So ist auch hier durchgeführt, dass man für je Zweck die dafür passendsten Mittel anwendet, unbekümmert um „Störung

Einheitlichkeit“: Besondere Stromart für die Beleuchtung, Pressluft für Signalbetätigung, Niederspannungs-Batteriestrom für Signalauslösung u. s. w.

*Die Zuführung des Arbeitsstroms zu den Fahrzeugen.* Das, auf Tafel 6 oben dargestellte Schema soll die Stromzufuhr zur Kontaktleitung im normalen Betriebe erläutern. An die positiven Sammelschienen der Unterstation ist die Kontaktleitung wie folgt angeschlossen: Die dritten Schienen sind in der Nähe der Unterstationen und in der Mitte zwischen ihnen unterteilt; zur dritten Schiene jeden Geleises führt in jedem so entstandenen Abschnitt eine aus zwei Kabeln bestehende Doppelspeiseleitung. Die beiden Kabel desselben Abschnittes sind in der Unterstation an einen gemeinsamen, selbsttätigen Maximalschalter angeschlossen. Alle Speisekabel gehen von der Unterstation gemeinsam zum Bahntunnel und verteilen sich dort von einem Kabelkasten aus, und zwar so, dass *je eines* der, zu einem Schienenabschnitt gehörenden Kabel bei der, nahe der Unterstation vorhandenen Schienenunterteilung, das andere in einem Punkt, der gegen das entferntere Ende dieses Schienenabschnittes hin gelegen, angeschlossen ist. Für die viergeleisigen Strecken gehen daher von einer Unterstation 16 Kabel über acht selbsttätige Schalter ab. Der Anschluss der Kabel an die Schienen erfolgt durch von Hand zu betätigende Hebelschalter, welche in Kästen beim Geleise angebracht sind. An denjenigen Unterteilungsstellen der dritten Schiene, die in der Mitte zwischen den Unterstationen liegen, sind die Abschnitte durch ebenso plazierte, gleiche Schalter für gewöhnlich mit einander verbunden. Man erkennt, dass je die zwei, in der Mitte zwischen den Unterstationen zusammenstossenden Drittschienenabschnitte desselben Geleises nicht „voneinander isolierte“ Sektionen sind, sondern normalerweise zusammenhängen und dabei stets von je zwei Unterstationen über je einen Maximal-Schalter in jeder derselben gespeist werden. Dagegen sind die zwei, so zusammengehängten, je zwischen zwei Unterstationen liegenden Strecken von den zwei Unterabteilungen zwischen den *folgenden* Unterstationen „isoliert“, das heisst sie haben davon getrennte Speiseleitungen. Man hält beim Subway dies System nach gemachten Erfahrungen für das betriebssicherste. Unter allen Umständen werden dadurch die Leitungs-Querschnitte besser ausgenützt als bei völliger Trennung. (Bemerkenswert ist, dass dagegen grösserer Wert auf die Trennung der Zuleitungen der *verschiedenen Geleise* gelegt wird.)

Im Störungsfalle kann und wird dann, behufs Lokalisierung der Störung, die Unterteilung in die doppelte Zahl halb so langer Sektionen durch Betätigung der Streckenschalter sofort erfolgen.

Für die Stromrückleitung dient nur *eine* der Fahrschienen, da die andere zur Rückleitung des Signalstromes verwendet wird. Dagegen sind die Rückleitungsschienen aller Geleise durch Kupferkabel verbunden; auch sie sind durch besondere Rückleitungskabel gespeist, welche genau gleich isoliert und geführt sind und denselben Querschnitt haben wie die positiven Speisekabel. Von jeder Umformerstation aus gehen im allgemeinen vier Rückleitungskabel an vier Punkte, die je 1 km auseinander liegen, und sind dort an die verbundenen Fahrschienen der 2 bis 4 Geleise angeschlossen.

Die Ausführung und Verlegung der Speisekabel ist eine äusserst sorgfältige: Die Kabel vom Einheitsquerschnitt von za. 1000 mm² Kupfer haben innerhalb der Unterstation Gummi-Isolation, sind aber nichtsdestoweniger mit Hülfe grosser, isolierender Porzellanklammern befestigt; vor der Ausführung aus den Unterstationen gehen sie in Kabel mit Papierisolation und Bleimantel über, die einzeln in den landesüblichen glasierten Tonkanälen geführt werden. Wo sie im Tunnel ohne solche

Platz finden müssen, haben sie Leinenisolation und sind wieder auf Porzellan montiert; wo ihrer viele zusammenkommen, sind sie mit Asbest umwickelt.

*Die dritte Schiene.* Der Konstruktion dieses Organs sind alle langjährigen Erfahrungen auf der eigenen Hochbahn und auf fremden Drittschienenbahnen zu Grunde gelegt worden. Die Schiene hat gewöhnlichen Vignol-Querschnitt bei 37 kg/m Gewicht, und wurde zur Erhöhung der Leitfähigkeit aus einem Eisen vorgeschriebener Zusammensetzung erstellt. Der Gehalt dieses Eisens an anderen Stoffen ist: Kohlenstoff 0,08 bis 0,15 %, Silizium 0,05, Phosphor 0,10, Mangan 0,50 bis 0,70, und Schwefel 0,05 %. Die spezifische Leitfähigkeit ist mindestens gleich $^1/_8$ derjenigen des besten Leitungskupfers. Die Schienen werden im allg. inLängen von 18,3 m, ausnahmsweise auch von nur 12,2 m verwendet. Sie sind an den Stössen durch vier Kupferverbinder elektrisch verbunden, welche zusammen za. 540 mm² Querschnitt haben. Zwei derselben sind unter dem Schienenfuss, zwei seitlich am Steg befestigt. Sie haben die mehrfach erwähnte, für schwere Betriebe landesübliche Form aus vielen dünnen Lamellen, die mit starken Endköpfen zusammen aus einem Stück hergestellt sind; die Köpfe sind durch hydraulische Pressen in die Löcher der Schiene eingepresst. Ein seitliches Laschenpaar aus Weichguss verbindet überdies die Schienen und deckt die seitlichen Verbinder ab, überall Spiel lassend, um Längsausdehnung der Schiene zu gestatten. Die sehr biegsamen elektrischen Verbinder setzen dieser Bewegung gar keine Kraft entgegen und es werden daher auch ihre Köpfe nicht gelöst. Die Bilder 8 und 9 zeigen diese Verbindungen.

Die Isolierung und Befestigung der dritten Schiene besteht aus Isolierblöcken mit Tropfrand aus sogenanntem „Reconstructed granite“. Es ist dies ein neueres, sehr festes Material mit dichtem, feinkörnigem Bruch; eine Spezialfabrik stellt dasselbe angeblich aus Granit durch Zermahlen und Wiederbinden her. Sein Aussehen scheint dies zu bestätigen. Der Bruch ist jedoch feiner, das Material scheint dichter als natürlicher Granit und ist wesentlich besser isolierend, insbesondere auch da es aussen mit einer lückenlosen, sehr guten Glasur versehen ist. Dieses Material scheint mit Recht als das beste für diesen Zweck und als ganz vorzüglich angesehen zu werden; es ist von den meisten Drittschienenbahnen dafür ausprobiert worden. Die Isolatoren sind auf einen Bolzen gekittet, der einen Teil eines aus Weichguss hergestellten, je auf längere Holzschwellen geschraubten Fusses bildet. Eine eiserne, zweiteilige Doppelklammer ist durch einen, in einer Querrinne auf der Oberfläche des Isolators liegenden Bolzen auf den Isolator aufgezogen, den sie in zwei seitlichen Längsrinnen umfasst, gleichwie anderseits oben den Fuss der dritten Schiene. Dieser kann sich aber, behufs Ausdehnung der Schiene in der Längsrichtung, frei in der Klammer bewegen. Siehe die Skizze 3 auf Tafel 19. Diese Isolatoren sind jede 2,7 m der Schienenlänge angebracht. Die Axe der dritten Schiene ist 660 mm seitlich der Fahrschiene und ihre Oberkante 102 mm höher als die der Fahrschiene. Befestigung und Isolation der Schiene sollen sich allerseits bewährt haben.

Die dritte Schiene ist nicht nur in den zur „Untergrundbahn“ gehörigen Frei- und Hochbahnstrecken zur Verhütung von Eiskrustenbildung, sondern auch in den Tunnelstrecken zur Verhütung von Unfällen des Streckenpersonals *geschützt.* (Die Fahrgäste können, nach der Anlage der Stationen, mit der dritten Schiene nicht in Berührung kommen ohne ganz besondere Absicht hiezu und [verbotene] Geleiseüberschreitung. Die Einsteigeperrons stossen ihrer ganzen Länge nach dicht an die Wagen an und sind bedeutend über Geleise und dritte Schiene erhöht.) Der Schutz besteht aus zwei Brettern, die im rechten Winkel

zueinander stehen, das eine über der Schiene, das andere auf der äusseren Seite des Geleises; sie sind durch Eisenklammern an die dritte Schiene selbst befestigt, doch so, dass die mit der Schiene leitend verbundenen Eisenteile innerhalb des Holzes vertieft bleiben. Die Skizzen 1 und 2 der Tafel 19 geben Querschnitt und Längsansicht dieses Schienenschutzes sowohl als des nachstehend beschriebenen Stromabnehmers.

Diese *oben abgedeckte dritte Schiene* entstand zunächst aus dem Bestreben, einen Schutz gegen die Bildung von Glatteis und von Krusten gefrornen Schnee's auf der oberen Kontaktfläche zu schaffen. Es sei hier allgemein darauf hingewiesen, dass die *General Electric Co.* zuerst eine solche Bauart für ein längeres Versuchsgeleise ausführte; die beiden Fig. 1 auf Tafel 17 stellen diese Ausführung nebst der daraus hervorgehenden Konstruktion des Stromabnehmerschuhs dar. Unter anderem kam dann bei der *Wilkesbarre & Hazelton Railway* diese Bauart, mit Schutzbrett statt Schutzeisen, zur Anwendung. Siehe Fig. 1 auf Tafel 18. Zweijährige, sehr günstige Erfahrungen bei dieser Bahn, welche durchaus befriedigenden Schutz gegen Eisbildung ergaben, bewogen dann u. a. die New York Subway, mit Rücksicht auf ihre freiliegenden Hochstrecken, die beschriebene ähnliche Bauart anzuwenden.

*Der Stromabnehmerschuh.* Die Konstruktion desselben ist die, für oben abgedeckte Drittschienen in Amerika jetzt typische: Eine relativ dünne, flache Eisenplatte, drehbar um eine zur Geleiseachse parallele Drehachse am Fahrzeug, durch eine um diese Achse gelegte Feder auf die dritte Schiene gedrückt. Diese Konstruktion allein erlaubt eine vollständige, obere Abdeckung der Schiene, zufolge ziemlich erheblichen Abstandes zwischen der Drittschienenachse und der Befestigungsachse des Schuh's (hier 229 mm) bei einer Dicke des Schuh's von nur einigen cm. Der Schuh besteht aus Hartguss und hängt absichtlich nur durch zwei dünne Arme mit seinem Scharnierteil zusammen, damit er bei allfälligen Hindernissen im Geleise, Entgleisungen u. dgl. keine Zerstörungen anrichtet, sondern leicht abbricht; Reserve ist rasch eingesetzt. Die Anordnung ist erkennbar in den Bildern 58 und 59. Der Schuh ist verhältnismässig leicht und übt wenig Druck auf die Schiene aus (angegeben werden za. 4—5 kg), was man als das vorteilhafteste erprobt hat. Die Achse des Schuh's ist mittels eines Holzbalkens am Wagen befestigt, seitlich der Mitte des Drehgestells, der Holzbalken selbst durch Vertikalverschiebung einstellbar, wie aus Skizze 1 und 2 auf Tafel 19 teilweise ersichtlich. Bild 58 zeigt dies noch deutlicher. Die den Balken tragende Eisenkonstruktion sitzt am Drehgestell unmittelbar über den Achsbüchsen. Zwei am Schuh selbst verschraubte, um die Drehachse gelegte und oben an den festliegenden, isolierten metallischen Zuleitungsteilen befestigte, biegsame Kupferkabel verbinden den Schuh mit der Zuleitung im Wagen.

*Fahrschienen:* Vignol-Profil von 49,2 kg/m, in Längen von 10 m verlegt; die zur Rückleitung dienenden durch je 2, seitlich an den Stegen angebrachte Kupferverbinder (gleich denjenigen der dritten Schiene) elektrisch, und durch zwei dieselben verdeckende Laschen mechanisch verbunden.

Die *Signal- und Sicherheitsvorrichtungen* sind in einer ausserordentlich durchdachten, grosse Sicherheit bietenden Weise ausgeführt. Man hat anfänglich von Zusammenstössen gelesen; dieselben kamen vor zur Zeit eines Streiks, da mit ungeübtem und reduziertem Personal gefahren werden musste, und zumeist an Stellen und unter Umständen, welche durch unvollendete Bauarbeiten abnormale und sehr ungünstige waren. Seither haben sich die Sicherheitsvorkehren durchwegs bewährt. Zufolge des besonderen Charakters der Bahn als hochfrequen-

tierter Untergrundbahn sind die meisten dieser Einrichtungen ganz spezieller Art und z. T. ohne allgemeinere Bedeutung für elektrische Bahnen; wir müssen uns daher eine eingehendere Beschreibung hier versagen. Doch lassen wir über das Signalsystem und einige andere Vorkehren noch Herrn Wirth sprechen:

*Signalwesen.* Die Dichtigkeit des Verkehrs auf der Untergrundbahn hat die Gesellschaft veranlasst, ein automatisches Blocksystem zu wählen, das, auf die Zugsbewegung nicht hemmend wirkend, doch für die vollständige Sicherung der fahrenden Züge Gewähr leistet.

Die Länge einer Blockstrecke wird in der Regel durch den Zugsabstand und die Geschwindigkeit bestimmt und befindet sich zwischen 2 Abschlussignalen, bei welchen auch die Vorsignale angebracht sind. Zur Vermehrung der Zugssicherung pflegt man die eigentliche Blockstrecke um einen gewissen Abstand zu verlängern (Eingriff auf der folgenden Blockstrecke), auf welchem der Zug gestellt werden kann für den Fall, dass der Führer ein geschlossenes Signal nicht beachtet hätte. Es wird dann die, hinter dem voranfahrenden Zuge sich befindende Blockstrecke für den folgenden Zug nicht geöffnet, bis der erste Zug die Eingriff- oder Brems-Strecke durchfahren hat.

In Anbetracht des starken Verkehrs und nach eingehendem Studium hat sich die Untergrundbahn entschlossen, ihre Blockstrecken aus zwei reichlich bemessenen Eingriffs- oder Brems-Strecken zu bilden, sowie alle Signale und Weichen mit dem elektro-pneumatischen Verriegelungssystem zu betreiben. Nach vielen Bremsproben und unter Berücksichtigung des Längenprofils wurden die Schnellzugsgeleise in Bremsstrecken einer durchschnittlichen Länge von 244 m eingeteilt und an beiden Enden mit Signalen ausgerüstet, sodass die durchschnittliche Länge einer Blockstrecke 488 m beträgt. Diese Bremsstrecken sind 50 % länger als die nötigen Bremswege bemessen worden.

Zur weiteren Sicherung der Züge ist kurz nach jedem Signal ein elektro-pneumatisch bewegter Hebel für die Distanzbremse angebracht, die in Funktion tritt, sobald der Führer ein geschlossenes Abschlussignal überfährt. In Bremsstellung überragt dieser Hebel senkrecht seitlich das Geleise, schlägt in dieser Stellung den Schlauchdeckel einer passend eingerichteten Leitung der automatischen Westinghouse-Bremse am Zuge weg und bremst somit den letztern (Kinsmann'sche Distanzbremse). Das Funktionieren der Kinsmanschen Bremsbetätigung bei den Blockstrecken wird von den Beamten der Bahn als sehr sicher und praktisch angesehen. Als Vorteil dabei wird gerühmt, dass der Führer zur Losbremsung von seinem Stand hinuntergehen und an Ort und Stelle das Verschlusstück wieder einsetzen muss.

Die Diagramme auf Tafel 5 oben geben die Stellungen an, welche die Züge bei Anwendung dieses Blocksystems auf der Strecke einnehmen können, wie folgt:

Stellung A: Minimalabstand zwischen zwei Zügen. Der erste Zug hat soeben das Abschlussignal 1 passiert und der zweite Zug wird vor dem Signal 2 angehalten. Sollte der zweite Zug vor dem Signal 2 nicht angehalten werden, so würde die Distanzbremse in Tätigkeit treten und dieser Zug auf der 244 m langen Bremsstrecke gestellt.

Stellung B: Der erste Zug hat die gleiche Stellung wie in A, der zweite fährt gegen das Abschlussignal 3. Das geschlossene Vorsignal 3 zeigt an, dass die Strecke 2—3 mit Vorsicht befahren werden kann. Der Abstand 1—3 mit einer Länge von 488 m bildet die eigentliche Blockstrecke.

Stellung C: Der erste Zug hat die gleiche Stellung wie in A, der zweite Zug fährt gegen das Abschlussignal 4. Vor- und Abschlussignal 4 sind offen und der Abstand zwischen den Zügen 1 und 2 bildet den sogenannten Freifahrtabstand: dieser Abstand ist nur dann vorhanden, wenn die Züge durch eine Blockstrecke plus eine Bremsstrecke von einander getrennt sind, und er ist derjenige, auf welchem der Fahrplan beruht. In dieser Stellung C ist der erste Zug wie folgt geschützt: Abschlussignale 1 und 2 geschlossen und Hebel der Distanz-Bremse bei Signal 2 in Bereitschaft. Vorsignale 1, 2 und 3 geschlossen. Mit anderen Worten: ein angehaltener Zug ist immer durch zwei Abschlussignale, 3 Vorsignale und den in genügendem Bremsabstand vom angehaltenen Zuge gehobenen Hebel der automatischen Distanzbremse geschützt.

Es ist kaum notwendig, hervorzuheben, dass die Signale der Untergrundbahn immer beleuchtet sind. Der Signalständer besteht aus einem eisernen Kasten, welcher in seinem oberen Teil mit zwei übereinander gestellten weissen Linsen versehen ist. Die obere Linse gilt für das Abschluss- und die untere für das Vor-Signal. Die farbigen Signalgläser werden in Schlitzen pneumatisch vermittels Zylinder und Kolben vor die Linsen gebracht. Abschluss- und Vorsignale zeigen rote Lichter in der Gefahrstellung; das Vorsignal zeigt ein gelbes Licht für die Vorsichtsfahrt; beide Signale sind grün beleuchtet, wenn die zu befahrende Strecke

frei ist. Die Beleuchtungsart der Signale ist gleich derjenigen, welche von dem Verband amerikanischer Eisenbahnverwaltungen angenommen worden ist.

Wie erwähnt, werden die Signale elektropneumatisch betrieben. Von jeder Spur der Schnellzugslinien ist eine der auf Holzschwellen liegenden Schienen für die Rückleitung des Betriebsstromes des Signalwesens reserviert; (die andern Schienen dienen wie angegeben als Rückleitung für den Fahrstrom.) Damit die Signale nicht durch den Fahrstrom beeinflusst werden, ist für ihren Betrieb Wechselstrom von 60 Perioden gewählt. Zwei Hauptleitungen führen solchen von 500 V Spannung dem ganzen Signalsystem entlang und sind mit den Primärwicklungen von Transformatoren, die an jedem Signalkasten angebracht sind, verbunden. Sekundär liefern diese Transformatoren 10 V Spannung zu den für das Signalwesen vorgesehenen zwei Schienen einer Geleisesektion. Je am andern Ende der Sektion ist neben diesen Schienen ein Geleiserelais angebracht, dessen beweglicher Teil einen Kontakt betätigt. Dieser schliesst seinerseits einen Lokal-Gleichstromkreis, welcher die Signale und die Hebel der Distanzbremse in Bewegung setzt. Dieser Gleichstrom wird durch zwei Hauptleitungen mit einer Spannung von 16 V aus Akkumulatorenbatterien geliefert.

Die Luft für die pneumatischen Betriebszylinder der Signale und Weichen wird durch ein zweizölliges Leitungsrohr, das der ganzen Linie entlang läuft, unter einem Drucke von 4,4 bis 5,4 Atm. geliefert. Kompressoren einer Kapazität von 6,5 m³, wie schon angeführt in den Unterstationen gelegen, speisen die Hauptleitung.

Die Bahn ist noch mit zwei weiteren, dem allgemeinen Betriebe bestimmten Sicherheitsvorrichtungen versehen:

Die erste besteht aus einem, auf allen Stationen vorhandenen Apparate, mit welchem im Notfalle sämtliche Signale in der Nähe der Station auf „Gefahr" gestellt werden können.

Die zweite ist ein automatisches Notsignal, das vor jeder Sektion der dritten Schiene angebracht ist. Im Falle dass eine solche Sektion erheblich überlastet ist, zeigt das genannte Signal einem ankommenden Zuge selbsttätig an, dass er vor der Sektion zu halten hat. Dies um zu verhüten, dass die im Zuge selbst durchgeführte Leitung des Fahrstromes beim Übertritt des Zuges von einer wenig belasteten zu einer stark belasteten Sektion zur Speiseleitung für die stark belastete Sektion wird, was zu Störungen Anlass geben könnte.

Die Bahnverwaltung setzt auch grossen Wert auf die alle 400 m angebrachten Notgriffe, mittels deren das Zugspersonal den gesamten Fahrstrom in der Umgebung ausschalten kann; dagegen wird die analoge, bei den Stationen angebrachte Vorrichtung nicht gebraucht, da man davon abkam, die Stationsbeamten, die sonst gar nichts mit dem Zugsdienst zu tun haben und lediglich die Billetkontrolle ausüben, für solchen Dienst in Verantwortung zu ziehen.

### 3. Rollmaterial.

Die *Zahl der Wagen* der Untergrundbahn allein (ohne die Hochbahn) betrug zur Zeit unseres Besuches: 484 Motorwagen, 312 Anhängewagen, 14 Spezialwagen, total 810. Lokomotiven keine. Hoch- und Untergrundbahn zusammen haben 1222 Motor-, 1026 Anhänge- und 66 Spezial-Wagen = total 2314 Fahrzeuge.

*Motorwagen und Anhängewagen für Personenverkehr* sind gleicher allgemeiner Konstruktion. 4 Achsen in je 2 Drehgestellen, vordere zur Aufnahme der Motoren, das hintere, leichtere, lediglich tragend. Ganz geschlossene Wagenkasten und Plattformen; die Eingangstüren an beiden Enden jeder Längsseite; ein Hebel, durch Wagenwärter betätigt, öffnet an den Stationen rasch diese vollständig schliessenden Schiebetüren auf der Seite des Einsteigeperrons. (Diese Anordnung der Türen scheint uns keinen genügend raschen Fahrgastwechsel zu ermöglichen und verursacht längeren Aufenthalt.) An der Stirnseite eine Türöffnung zur Kommunikation durch den ganzen Zug. Kleine Gitter sichern den Fahrgast links und rechts beim Übergang von einem Wagen in den nächsten. Eine allgemeine Aussenansicht eines Wagens zeigt das Bild 81. Der Wagenkasten bildet einen grossen Raum, der an den Enden Längsbänke mit zusammen 38 Sitzplätzen und viel Stehplatz, in der Mitte 16 Quersitze, zu zweien links und rechts vom Mittelgang, zusammen also 54 Sitzplätze enthält. Die Wagen führen beim grossen Andrang oft bis 125 Personen. Im Bilde 82 ist das Innere eines Wagens sichtbar.

Sitztiefe 445 mm, Breite der Quersitze kaum 1000 mm für zwei Reisende.

*Hauptmasse der Wagen:* Gewicht leer für die Motorwagen: 36,7 t; für die Anhängewagen: 30,7 t (Stahlwagen za. 1 t mehr). Gewicht des Wagens besetzt wie normal angenommen (bezw. maximal), für die Motorwagen: 42,6 (45) t; für die Anhängewagen: 36,6 (39) t.

Radstand des Drehgestells für dasjenige mit Motoren: 2,028 m, für das andere 1,674 m. Raddurchmesser für das Drehgestell mit Motoren: 843 mm, für das andere 750 mm. Abstand zwischen Drehzapfen: 10,97 m. Länge über Stossbalken: 15,59 m (Wagen der Hochbahn: 14,33 m). Grösste Breite des Wagenkastens, hölzerne Wagen: 2,74 m; eiserne Wagen: 2,76 m (Wagen der Hochbahn: 2,72 m). Totale Höhe von Schienenoberkante bis über Dach, hölzerne Wagen: 3,67 m; eiserne Wagen: 3,65 m (Wagen der Hochbahn: 3,92 m). Durchmesser der Triebachsen am Motor-Drehgestell: am Zahnrad 200 mm, in der Mitte 162 mm, in den Lagern 125 mm.

*Laufräder:* Stahlguss-Sterne und Stahlbandagen mit Borkscher Befestigung.

Die Wagen haben die *Zentralkuppelung* mit der bekannten Westinghouseschen Friktions-Vorrichtung (Wirth).

Die Wagen können als lehrreiches Beispiel gelten *für grösstmögliche Sicherheit der Konstruktion gegen Feuersgefahr, namentlich durch den Strom selbst.* Dies ist vielleicht nicht bloss von besonderem Interesse für diese Untergrundbahn, wo die Feuersgefahr besonders schwerwiegend ist, sondern auch ganz allgemein mit Bezug auf die etwa gehegten Befürchtungen besonderer Feuersgefahr beim elektrischen Betrieb mit Motorwagen, wo die sämtlichen, Energie führenden Einrichtungen sich in demselben Fahrzeug befinden wie die Fahrgäste. Schon im Frühling 1902, vor Bestellung der ersten Wagen, dachte man an eine Wagenkonstruktion ganz aus Eisen, mit möglichst vollständiger Vermeidung von Holz und andern brennbaren Körpern. Es war indessen nicht möglich, in nützlicher Frist Wagen dieser Art zu erhalten in einer Ausführung, die Aussicht auf Bewährung ohne allzugrosses Gewicht bot. Die ersten 500 Wagen wurden daher als „hölzerne" ausgeführt. Es weisen aber schon diese eine sehr feuersichere Konstruktion auf. Die feuersichere Drahtführung ist durch das Vielfachsteuerungssystem erleichtert, weil die Arbeitsstromverbindungen dabei nicht nach dem Steuerschalter hinaufgeführt zu werden brauchen, sondern unter dem Wagenboden bleiben. Dieser besteht aus doppelter Holzschicht mit Asbestzwischenlage von 3, an besonderen Stellen 6 mm Dicke. Bei den Motorwagen ist er mit Stahlblech bedeckt und einer Schicht eines feuerfesten, aus Asbest und Natronsilikat hergestellten Materials. Die Drähte für Arbeitsstrom und Steuerstrom sind im übrigen besonders gut isoliert, mit folgenden Schichten: Papier, Gummi, wasserdicht imprägnierte Baumwolle und sodann Asbest. Diese Drähte sind unter dem Boden durchwegs in besonders geformten Rinnen aus Hartasbest geführt. Die Beleuchtungsdrähte im Innern des Wagenkastens sind biegsame Kabel, durch Eisenblechrinnen überdeckt. Wo Durchführungen durch den Wagenboden (für die Lichtdrähte und für die Steuerstromdrähte zum Hauptsteuerapparat) geführt werden müssen, sind sie luftdicht gemacht und mechanisch geschützt durch asbestgefütterte Eisenhülle. Während die „Kontaktoren" für den Arbeitsstrom, die Hauptsicherungen und die Widerstände unter dem Wagenboden an den Längsseiten angebracht wurden, sind sämtliche Schalter, Sicherungen und Apparate des Steuerstroms auf einer Art Schaltbrett vereinigt, das den Platz eines Fensters zwischen Wageninnerem und Plattform am vorderen Ende des Wagens einnimmt. Das Ganze bildet samt dem Zuführungskanal vom Wagenboden aus einen rings von asbestgefüttertem Eisen abgeschlossenen Kasten. Über dem eisernen Obergestell ist das Wagen-

gerippe im übrigen aus Holz, ebenso wie die Wagenwände. Der letzteren ganze Aussenflächen sind jedoch mit Kupferblech verschalt und das Holzwerk wurde so viel als möglich gegen Brennbarkeit imprägniert.

Die Idee eines *«all steel cars»* wurde jedoch weiter verfolgt und im Dezember 1903 ein solcher Wagen fertiggestellt, der aber zu schwer befunden wurde. Die besondere Betätigung des chief consulting engineers für diesen Teil, des Herrn George Gibbs, führte dann zu einer, allen Anforderungen entsprechenden Neukonstruktion, von welcher, im Hinblick auf die beim Unglück des „Metropolitain" in Paris neuerdings gezeigten Gefahren einer solchen Untergrundbahn, sofort vorläufig 200 Stück bestellt wurden; ebenso wurde der seitherige Bedarf durch solche Wagen gedeckt. Bei diesen *«Stahlwagen»* ist auch das ganze Gerippe aus Eisen, gleich wie die Wände, das Dach und der Fussboden, dessen galvanisiertes Blech mit einer Art Fussbodenzement, genannt „monolith" übergossen ist, ähnlich den bei uns bekannten, immerhin Holzfaser enthaltenden Fussbodenmassen. Aus Eisen sind auch die Sitzgestelle, die Rahmen der Fenster u. s. w.; Deckleisten und dergleichen sind aus Aluminium. Die Seitenwände sind doppelt, aussen aus Stahlblech, die inneren Füllungen und ähnliche Partien aus Platten einer speziell für diesen Wagenbau unter Verwendung von Asbest hergestellten, unverbrennlichen Masse. Die Türen mussten dagegen aus Hartholz, auch die Polster und verschiedene Verkleidungen aus brennbarem Material verbleiben; es wurde dabei aber z. T. Asbestgewebe verwendet. Das Gewicht dieser Stahlwagen wäre nach den einen Angaben nur 1 t, nach den andern 2,5 t grösser als das der entsprechenden „hölzernen" Wagen.

So viel nach Richtung feuerfester Konstruktion überhaupt ausführbar, ist hier ohne Zweifel bis in alle Einzelheiten getan; dass die Wagen hierin als musterhaft gelten können zeigte uns auch deren Besichtigung. Es scheint, dass bei unerwünschter Gelegenheit, anlässlich des Personalstreiks 1905, untrügliche Proben über die Unverbrennlichkeit der Stahlwagen gel istet wurden. (Siehe unter anderem einen Bericht darüber in „Elektrische Bahnen und Betriebe", 1905). Wenn auch Störungen durch Qualmen und Schwelen von nicht metallischem Material bei einer Untergrundbahn immer noch vorkommen und verhängnisvoll werden können, so hätte doch für eine Freibahn Derartiges kaum Bedeutung.

*Die elektrische Ausrüstung.* Die Motorwagen haben zwei Motoren auf dem vorderen Drehgestell, jeder mit einfacher Zahnradübersetzung auf eine Achse treibend; gewöhnliche Nasenaufhängung.

Die Gleichstromserien-*Motoren* haben jeder 200 HP Leistung (Stundenleistung) bei 570 V. Sie sind z. T. solche von der General Electric Co., Typus 69, z. T. solche von der Westinghouse El. & M. Co. (Typ. W 86). Die einen übersetzen mit der Zähnezahl 19 : 63, die anderen 20 : 63; Gewicht der einen 2680, der anderen 2620 kg, Zahngetriebe samt Gehäuse des grossen Rades inbegriffen. Die Westinghouse-Motoren haben die übliche horizontale Teilung des Motorgehäuses in zwei Teile, die anderen eine vertikale Teilung der die Radachse umfassenden Hängelager bei ungeteiltem Gehäuse, aus welchem die Anker axial herausnehmbar sind nach Entfernung seitlicher, kreisförmiger Schilde (diese Konstruktion so wie bei den Normaleinrichtungen beschrieben). Das ungeteilte Gehäuse wird vorgezogen; siehe „Reparaturen".

Die Motoren sind gebaut für Geschwindigkeiten bis 67,6 km/h. Sie nützen jedoch nicht hierbei ihre Leistung aus, sondern beim häufigen Anfahren. Es werden Beschleunigungen von 0,56 m/Sec² regelmässig geleistet bei Zügen von 200 Tonnen, welche 3 Motorwagen d. h. 6 Motoren enthalten. Schnell-

züge von 350 t mit 10 Motoren werden mit 0,67 bis 0,68 m/Sec² regelmässig beschleunigt. Leider konnten wir keine Beschleunigungs-Diagramme bekommen. Überschlagsrechnungen ergaben indessen, dass eine während der Beschleunigung (zufolge der angewandten besonderen Steuerung) ungefähr konstant gehaltene Maximalleistung von 300 bis 320 HP pro Motor, d. h. 50 bis 60 % mehr als die „Normalleistung", ziemlich gut übereinstimmt mit den erhaltenen Angaben über die Beschleunigungszeiten.

*Die Steuerung* der Motoren ist die beschriebene Vielfachsteuerung der General Electric Co., in ihrer letzten Ausbildung. Sie vollzieht Reihen-Parallelschaltung der beiden Motoren jedes Wagens mit Verwendung von Vorschaltwiderständen. Diese haben die landesübliche Ausführung aus wellenförmigen Streifen aus verzinktem Gusseisen. Sie sind in einer Längsreihe am Rand des Wagenbodens, von aussen leicht zugänglich und übersichtlich plaziert; ebenso die Kontaktoren. Der Betätigungsstrom des Vielfachsteuersystems, von 1-2,5 Amp., wird in der beschriebenen normalen Weise von dem 500-600 Volt-Arbeitsstrom ab Kontaktschuh entnommen. Aus den Bildern ist die Unterbringung der Apparate einigermassen ersichtlich.

Der Hauptsteuerschalter (master controller) ist mit allen neueren selbsttätigen Einrichtungen versehen. Der Handgriff trägt den „Totmannskopf", durch dessen Loslassen hier nicht allein Unterbrechung des Arbeitsstroms, sondern auch Betätigung der Luftbremse und des Sandstreuers behufs sofortiger Stillstellung des Zugs bewirkt wird. Die Kurbel kann ferner sofort mit beliebiger Geschwindigkeit vollständig in die Endstellung gedreht werden, wobei die zukzessive Ausschaltung der Widerstände und die Parallelschaltung trotzdem in richtiger Zeitfolge und in einer von der Art der Kurbelbewegung unabhängigen Weise vor sich geht. Dazu dienen hier einmal folgende mechanische Mittel: Die Handkurbel spannt zunächst eine Spiralfeder durch Aufwickeln; diese schleppt durch Zahnradgetriebe die Schaltwalze nach. Bei zu rascher Bewegung dieser letzteren verhindert ein kleiner Zentrifugalregulator das Weiterschreiten der Bewegung, sodass die zukzessiven Einschaltuugen nur in bestimmten Zeitintervallen erfolgen können. Ausserdem ist das bei der allg. Beschreibung des Systems erwähnte Strombeschränkungsrelais vorhanden, das den, die Kontaktoren betätigenden Strom solange ausgeschaltet hält, bis der Arbeitsstrom unter bestimmte Grenze gesunken ist. Durch diese Anordnungen werden gleichzeitig alle Teile vor zu grosser Stromstärke bewahrt und bleibt die Beschleunigung während der ganzen Periode nahe dem zulässigen Maximum.

Die Hauptsteuerapparate sind gebaut wie früher allgemein für dies System beschrieben: mit vertikaler Fahrschaltwalze und Wendewalze.

Alle Drahtverbindungen des Steuerstroms führen auf das bereits erwähnte kleine Schaltbrett, das die nötigen Verbindungen und Schmelzsicherungen enthält. Diese Schaltbretter aller Wagen eines Zuges sind durch *Steuerstromkupplungen* beschriebener Art mit *10 Drähten* verbunden.

Die Steuerung aller Kontaktoren des *Zuges* geschieht gewöhnlich vom Hauptsteuerapparat an der Spitze des Zuges aus. Im Falle eines Fehlers an diesen Apparaten kann sie aber, nach dem allgemeinen Schema dieses Vielfachsteuersystems, auch vom Hauptsteuerschalter eines beliebigen Wagens aus erfolgen. Die Hauptsteuerschalter sind unter dem rechtsseitigen Fenster der vordern Stirnwand der Motorwagen, die erwähnten Schaltbretter an dem dahinter liegenden Fensterplatz zwischen Plattform und Wageninnerem untergebracht. Eine besondere, der Stadtbahngesellschaft patentierte Einrichtung einer *Abschlusstür* mit *drei Stel-*

*lungen* in der Stirnwand des Wagens sichert dabei für alle Fälle einen abgeschlossenen Führerstand unter Freigabe der vollständigen, nicht benützten Stände für das Publikum, bei gleichzeitigem Abschluss unbenützter Apparate vor unbefugter Berührung. Die Skizzen rechts auf Tafel 21 erklären diese Anordnungen.

Es ist auch *eine durch den ganzen Zug durchgehende Verbindung für den Arbeitsstrom* durch ein zweites System von Kupplungen zwischen den Wagen hergestellt. Sie hat den Zweck, für den Fall des Nichtfunktionierens einzelner Kontaktschuhe dennoch sämtlichen Wagen und Motoren Arbeitsstrom zuzuführen.

*Die Stromabnehmer* haben wir bereits beschrieben; jeder Wagen trägt deren vier, einen auf jeder Seite jedes Drehgestells.

Nach Angabe der Bahngesellschaft beträgt das Gewicht der Motorwagen mit der vollen elektrischen Ausrüstung *6000 kg mehr* als das der, sonst völlig gleichgebauten Anhängewagen; diese Zahl ist somit das *Gewicht der elektrischen Ausrüstung.* Würde man die Anhängewagen mit zwei leichteren Drehgestellen bauen und auch sonst lediglich so, wie dies für völlig gleiche Personenaufnahme nötig wäre ohne Rücksicht auf Einbau elektrischer Ausrüstung, so betrüge die Gewichtsdifferenz nach einer anderweitigen Angabe der Bahn *11000 kg;* diese Zahl gibt also die *eigentliche Gewichtsdifferenz* zwischen reinen Personenwagen und im Punkte der Personenbeförderung gleichwertigen Motorwagen.

*Beleuchtung und Heizung* sind reichlich, vollständig elektrisch. Alle Apparate, die Heizkörper unter den Sitzen, die Lampenfassungen u. s. w. sind überall durch unverbrennliche Materialien, Porzellanstücke u. dgl. vom Holzwerk des Wagens weggehoben. Pro Wagen 26 Glühlampen à 16 NK, also pro je zwei Sitzplätze eine solche. (Der Grosstädter will seine Fahrzeit durch lesen ausnützen!) Für die Heizung zwei Stromkreise, der erste für 9,6, der zweite für 19,2, beide zusammen für 28,8 KW pro Wagen. Dies wäre ungefähr 0,5 KW pro Sitzplatz, d. i. wesentlich mehr als man bei uns irgendwo angewendet hat. Diese hohe Zahl ist z. T. durch die kalten Winter New Yorks erklärt, wenn man bedenkt, dass die Bahn auf grosser Strecke *Frei-Hochbahn* mit grosser Geschwindigkeit ist.

*Bremsvorrichtungen.* Westinghouse-Luftdruckbremse, für den ganzen Zug vom Führerstand irgend eines Wagens aus bedienbar: An jedem Führerstand ein Führerbremsventil und die Betätigung des Sandstreuapparates mit Luftdruck. Jeder Motorwagen führt grossen Luftkompressor, selbsttätig angelassen und abgestellt durch Kontakt vom Manometer aus. Alle Luftreservoirs des Zugs sind durch eine Leitung verbunden, ebenso alle Bremszylinder; zwei Luftschläuche pro Wagenkupplung. Ausserdem die beim Signalsystem erwähnte Kinsmannsche Vorrichtung.

## C. Betrieb.

### 1. Verkehr.

*Fahrplan.* Die Züge verkehren in einer, im Verlaufe des Tages nach dem Bedarf stark wechselnden Frequenz, die in den Stunden stärksten Andranges ansteigt bis zu 1 Zug alle $1^1/_2$ Minuten in einer Fahrrichtung.

*Zugsbildung.* Zweierlei Züge: Sogenannte *Lokal*züge und *Expresszüge.* Beide werden nach Bedarf aus Motor- und Anhängewagen gebildet in feststehender Reihenfolge der Wagen, welche die sofortige Bildung grösserer Züge an Stelle kleiner gestattet. Die längsten Züge haben 8 Wagen, wovon der 1., 3., 5., 6., und 8. Motorwagen sind, die übrigen Anhänger. Aus dieser Zusammenstellung kann sofort gebildet werden ein Zug von:

6 Wagen, wovon 4 Motorwagen, 2 Anhänger, durch Abhängen der hintern oder vordern 2 Wagen
5 „ „ 3 „ 2 „ durch Abhängen der hintern 3 Wagen
3 „ „ 2 „ 1 „ durch Abhängen der hintern oder vordern 5 Wagen.

Dabei bleibt stets der erste und der letzte Wagen ein Motorwagen, sodass der Zug für beide Richtungen bereitsteht mit Motorwagen an der Spitze.

Zu den Hauptverkehrszeiten bestehen die Expresszüge aus 8 Wagen in angegebener Reihenfolge, die Lokalzüge aus den ersten 5 obiger Folge. Das Gewicht dieser Züge beträgt

für die *Lokalzüge:*

mit der regelmässigen Belastung mit etwa 85 bis 90 Personen per Wagen, d. i. bei 5 Wagen mit 425 bis 450 Personen per Zug: $3 \times 43 + 2 \times 37 =$ za. 200 t

mit stärkster Belastung, die vorkommt, za. 125 Passagiere per Wagen, 725 per Zug: $3 \times 46 + 2 \times 40 =$ za. 218 t

Für die *Expresszüge:*

mit der regelmässigen Belastung wie vorhin (650 bis 700 Personen): $5 \times 43 + 3 \times 37 =$ za. 326 t

mit stärkster Belastung wie vorhin (1000 Pers.): $5 \times 46 + 3 \times 40 =$ za. 350 t

*Geschwindigkeiten.* Es wird mit einer Maximalgeschwindigkeit von 67,6 km/h gefahren mit beiden Zugsarten. Dabei kann, mit Inbegriff von Anfahren, Bremsen und Stationsaufenthalten, eine mittlere kommerzielle Geschwindigkeit von 40,25 km/h mit den Expresszügen eingehalten werden.

*Beschleunigungen* werden, wie bereits bemerkt, in der Höhe von 0,5 bis 0,7 m/Sec.$^2$ angewandt, was zur Innehaltung der kommerziellen Geschwindigkeit bei den Lokalzügen mit den vielen Halten unumgänglich nötig ist.

*Verkehrsumfang.* Leider erhielten wir diese Angaben z. T. nur für die ganze Unternehmung der Interborough Rapid Transit Co., d. h. für die *Hochbahn* und die Untergrundbahn zusammengenommen.

Es wurden geleistet im Jahre 1904/05 von Juni zu Juli in der ganzen Unternehmung rund 128 720 773 Wagenkilometer oder 514 883 092 Achsenkilometer. Dabei kommt in Betracht, dass die Untergrundbahn nur etwa das halbe Geschäftsjahr im Betrieb war.

(Zum Vergleich: Sämtliche Personenwagen der ganzen Schweiz machten im Jahre 1903: 289 317 902 Achsenkilometer.)

Es wurden befördert im Jahre: 339 104 820 Personen, oder durchschnittlich per Tag 929 054. Es sollen aber gelegentlich 2½ Millionen an Einem Tage befördert worden sein. (In der Schweiz im Jahre 1903: 57 002 369 Personen.)

Nach mündlichen Angaben beträgt die Zahl der Kilometer per Tag und Wagen im Durchschnitt (verteilt auf *sämtliche* Wagen die *vorhanden* sind) rund 340 km. Diese hohe mittlere Beanspruchung hat ihre Gründe in der starken Zugsfrequenz mit fortwährender Hin- und Herbewegung derselben Zugszusammensetzungen, und in der ziemlich grossen mittleren Geschwindigkeit, offenbar aber auch darin, dass nicht von Anfang an die ganze Wagenzahl zur Verfügung stund. Die starke Beanspruchung ist übrigens ein Zeugnis der Diensttüchtigkeit der Rollmaterialausrüstung.

**2. Arbeitsbedarf, Effekte und Wirkungsgrade.**

Hierüber erhielten wir folgende Zahlen:

Es wurden im ganzen gebraucht an *Hochspannungsenergie ab Kraftstation:*

Für die Untergrundbahn im ersten halben Jahre 56 328 853 KWh (Januar bis Ende Juli 1905).

Entsprechend wird angegeben als *mittlere abgegebene Leistung,* in Hochspannungsdrehstrom ab Kraftstation: 13 000 KW.

Über die *maximale, beanspruchte Leistung* konnten wir keine Angaben erhalten. Es kann der vorigen Zahl nur gegenübergesetzt werden die Leistungs-*fähigkeit* der vorhandenen Kraftstation, die man für nötig fand (und die nach allgemeinen Äusserungen reichlich, aber doch nicht übermässig gewählt ist). Sie beträgt, wenn ein Maschinensatz in Reserve behalten und die übrigen 8 normal beansprucht werden, 40 000 KW, d. i. za. 3 mal die mittlere Beanspruchung; würden aber diese 8 Aggregate auf das Maximum beansprucht werden, das sie vorübergehend leisten können, d. h. auf 60 000 KW, so wäre dies za. $4^1/_2$ mal so viel als jenes Mittel.

Die *mittlere Beanspruchung* dürfte sich übrigens gegenüber diesem ersten Halbjahr seither voraussichtlich grösser gestaltet haben, ohne wesentliche Steigerung der Maximalleistung. Einen Anhaltspunkt gibt der Umstand, dass zur Zeit unseres Besuches, bei normalem Betriebe, für die Untergrundbahn 43 Kessel wirklich in Betrieb waren, ungefähr entsprechend 7 Generatoren oder insgesamt 35 000 KW Normalleistung.

*Der Energieverbrauch pro Wagenkilometer* kann aus den uns mitgeteilten Zahlen nur für Untergrundbahn und Hochbahn *zusammen* bestimmt werden:

Beide Bahnen haben im Jahre (d. h. die Untergrundbahn im Halbjahre) verbraucht ab Hochspannung im Kraftwerke: 192 036 937 KWh die Hochbahn
56 328 853 KWh die Untergrundbahn
total 248 365 790 KWh;
damit haben sie zusammen geleistet: 128 720 733 Wagenkilometer,
sodass für beide durchschnittlich 1,93 KWh pro Wagenkilometer gebraucht wurden. Das mittlere Gewicht der belasteten Wagen wird man etwa annehmen können für: Untergrund-Motorwagen zu 40 t, Anhängewagen 34 t, Hochbahn-Motorwagen 30 t, Anhängewagen 24 t, alle Wagen im Mittel 29 t. Für dieses Mittel haben wir dabei in Betracht gezogen, dass ungefähr doppelt so viele Wagen der Hochbahn das ganze Jahr zirkulierten, als bei der Untergrundbahn ein halbes Jahr, weshalb es sich ergäbe zu $\frac{24 \times 4 + 30 \times 4 + 34 + 40}{10} = 29$ t. So gerechnet hätte man dann einen Energiebedarf von za. 0,067 KWh pro Tonnenkilometer ab Kraftstation.

*Wirkungsgrade* für den ganzen Betrieb konnten wir nicht erlangen, dagegen folgende Einzelheiten:

Wirkungsgrad der Drehstromgeneratoren (von 5000—7500 KW) der Kraftstation: Ohne Phasenverschiebung,

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| bei | 125, | 100, | 75, | 50, | 25 % | der Normalleistung, |
| Wirkungsgrad | 97,25, | 97,00, | 96,25, | 94,75, | 90,50 %. | |

Diese Wirkungsgrade sind verstanden ohne Lagerreibung (welche den Dampfmaschinen zugezählt ist) und ohne Luftwiderstände.

Wirkungsgrad der Transformatoren (von 500 KW) in den Unterstationen bei Vollast = 98 %; Wirkungsgrad der Einankerumformer (von 1500 KW) in den Unterstationen bei Vollast = 96 %.

**3. Unterhalt, Reparaturen und Betriebsausgaben im allgemeinen.**

In den *Umformerwerken* sind stets gleichzeitig 2 Mann für die Maschinen- und Schaltbrettbedienung zusammen in Dienst. Die Kollektoren der Umformerstationen zeigen tadellosen Gang und Politur; trotz der starken Stromschwankungen sind hier die Unterhaltskosten jedenfalls sehr gering.

Für die *Kraftproduktion* erfuhren wir nur, dass die von den Lieferanten geleistete Garantie von nicht mehr als 5,6 kg. Dampfkonsum pro indizierte Pferdekraftstunde mehr als eingehalten werde, indem tatsächlich nur 5,0 kg verbraucht werden.

Über den *Unterhalt der Geleise-* (und Drittschienen-) *Anlage* gibt einigen Anhaltspunkt die Mitteilung, dass Untergrund und Hochbahn zusammen für ihre rund 300 km Geleise (einspurig gerechnet) 394 Mann für den regulären Unterhalt in Dienst halten, oder also 1 Mann pro 0,75 km. Dabei ist indessen nicht zu vergessen, dass es sich um Verhältnisse handelt, die durch die Konstruktion als Tunnel und als Hochbahn und die ungeheure Frequenz der Züge bei Tag und Nacht ganz gewaltig erschwert sind.

Mit dem *Unterhalt der elektrischen Leitungen* für Bahnstrom, Beleuchtungsstrom und Signalstrom und das Signalwesen überhaupt sind 62 Mann beschäftigt, oder ungefähr 1 Mann pro 5 km eingeleisige Strecke.

Für den *Zugförderungsdienst* sind für Hochbahn und Untergrundbahn zusammen (wir wiederholen: für rund 2400 Personenwagen, Reserve inbegriffen) 566 Motorwagenführer und 489 Kondukteure vorhanden. Lediglich wegen der besonderen Verhältnisse der Bahn, die raschestes Aus- und Einsteigen verlangen, ist bei den Zügen noch jedes Türenpaar durch einen öffnenden und schliessenden Mann bedient. Jeder Zug hat nur einen Motorwagenführer.

Der *Unterhalt des Rollmaterials* geschieht für die Untergrundbahn in einer Reparaturwerkstätte, die uns verhältnismässig klein erschien. Es werden indessen auch in anderen Depots Revisionen vorgenommen.

(Wirth:) Die Reparatur- und Inspektionswerkstätten bestehen aus zwei, durch eine elektrisch betriebene Schiebebühne verbundenen Gebäuden. Das Montierungsgebäude ist in drei Abteilungen geteilt. Eine der äusseren Abteilungen, mit 4 Geleisen über Gruben ausgerüstet, bietet Platz für 24 Wagen und bildet die eigentliche Inspektionswerkstätte; die andere enthält die Werkzeugmaschinen und ein Geleise. Die äusseren Abteilungen werden in ihrer ganzen Länge durch einen fahrbaren Motorkran mit einer Tragkraft von 2800 kg, dessen Räder auf den Flanschen eines I-Eisens ruhen, befahren. Die ringförmige Fahrbahn des Kranes durchkreuzt die mittlere Abteilung an beiden Enden des Gebäudes. Die mittlere Abteilung mit 5 Geleisen über Gruben und mit 30 Ständen ist für die Montierungsarbeiten bestimmt; sie ist mit fahrbarem Krane von 50 000 kg Tragkraft versehen, dessen Spannweite über alle 5 Geleise ausreicht.

Auf der andern Seite der Schiebebühne befinden sich die Malerei, Schreinerei, Magazine, Schmiede etc. Das Magazin und die Schmiede sind ebenfalls durch das fahrbare Kransystem, welches über die Schiebebühne geführt ist, verbunden.

Pneumatische Hebezeuge werden, wie landesüblich, auch hier sehr viel angewendet.

Die dritte Schiene ist in den Werkstätten nicht geführt; die Wagenbewegungen werden vermittelst eines vierräderigen Kontaktwägelchens ausgeführt, das auf einer in den Gruben angeordneten Schiene rollen kann und mittels einer flexibeln Leitung nach deren Verbindung mit den Kontaktschuhen den Wagen Strom zuführt. Die besondere Kontaktschiene findet sich auch in der Höhe.

Die Reparaturwerkstätten der Hochbahn sind von den beschriebenen der Untergrundbahn getrennt.

In allen Werkstätten und Depots zusammen wurden beständig 900 Mann beschäftigt. Es werden von diesen vor allem Revision, Unterhalt und Reparatur des Rollmaterials ausgeführt, jedoch auch andere, auf die Werkstätte zu ver-

legende Reparaturarbeiten für die Stromzuführungsanlagen und dgl. Immerhin wird diese Zahl wohl am besten mit der Zahl der vorhandenen Wagen in Beziehung gebracht: Es ist also durchschnittlich auf 2,7 vorhandene Wagen (wovon etwas mehr als die Hälfte Motorwagen) 1 Reparateur beschäftigt.

Die Reparatur von, im Triebmittel beschädigten Wagen geschieht auch hier durch Untersetzen eines kompletten, gesunden Drehgestells mit Motoren. Mit dem Laufkran wird der ganze Wagenkasten am einen Ende vom Drehgestell abgehoben, dieses aus- und ein neues untergefahren. Die Ersetzung beschädigter Motoren geschieht so, dass der Motor als Ganzes herausgehoben und durch einen gesunden ersetzt wird. Am beschädigten Motor selbst wird dann erst in der dazu bestimmten Werkstätte der Anker ausgezogen. Diese Methoden bezwecken schnellmöglichste Wieder-in-Dienstgabe der Wagen; wir sahen, dass sie dies in der Tat erreichen.

Regelmässige allgemeine *Inspektion* wird an jedem Wagen alle 3 Tage in der Werkstätte vorgenommen; vollständige *Revision* nach Ablaufen von 80 000 km.

Die Kosten von Unterhalt und Reparaturen des *Vielfachsteuersystems* für sich allein wurden uns für die New Yorker Untergrundbahn vom betreffenden Beamten zu 0,015 Rp. per Wagenkilometer angegeben; es soll dies wesentlich weniger als bei älteren Ausführungen des Zentralsteuerungssystems sein; so sollen bei der Chicago West Side z. B. diese Kosten za. 0,06 Rp. per Wagenkilometer betragen.

Angaben über die *gesamten Betriebausgaben* oder die Betriebseinnahmen konnten wir nicht erhalten.

## D. Allgemeine Beurteilung.

Die angewandten Einrichtungen lösen das schwierige Problem dieses ungeheuren Massentransports in einer ganz ausgezeichneten Weise. Die geradezu unerträglich gewordene Belastung der New Yorker Hauptverkehrsadern zu gewissen Tageszeiten durch Fussgänger, Wagen, Oberflächenstrassenbahn und Hochbahn hatten eine Untergrundbahn zur unabweisbaren Notwendigkeit gemacht. Man darf nun ohne irgendwelche Übertreibung sagen, dass kein anderes als das elektrische System diese Aufgabe in diesem Umfange hätte lösen können.

Weiter kann man feststellen, dass bei dieser Bahn das Gleichstrom-Dritt-schienen-System in der angewandten Ausführung sich für sehr dichten und schweren Verkehr bei ausserordentlichen Zugsbeschleunigungen in allen Teilen aufs beste bewährt hat. Weder die dritte Schiene an sich noch die Stromabnehmer oder andere Einrichtungen haben zu irgend wesentlichen, zu chronischen Störungen Veranlassung gegeben. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Stromschiene dieser Bahn auf dem grössten Teil der Strecke, nämlich soweit sie Untergrundbahn ist, in bestmöglicher Weise vor den Athmosphärilien geschützt und die ganze Geleiseanlage in günstigster Weise dem Publikum abgeschlossen ist.

Sehr wichtig ist ferner: *Die Einrichtungen der Vielfachsteuerung der Motorwagen* haben sich bei diesen sehr harten Proben ganz besonders gut bewährt. Die Ingenieure und Angestellten dieser Bahn wünschen sich nichts besseres, und haben übrigens nach den Erfahrungen auf der Hochbahn das gute Resultat erwartet. Man sagte uns, dass man mit Störungen von der Vielfachsteuerung her äusserst wenig zu tun habe; die alten, allbekannten, aber für den Betrieb auch nicht schwerwiegenden Störungen jedes elektrischen Betriebs: Das Durchschlagen von Magnetbewicklungen, Überschlagen von Funken an Kollektoren u. s. w. seien weit häufiger, derart, dass man von allen an den elektrischen Ausrüstungen überhaupt vorkommenden

Reparaturen glaubt „za. 80%" den Motoren zuschreiben zu müssen, und nur 1/5 den Steuerungsvorrichtungen. Das spricht für die vielfach noch bezweifelte, vollständige Betriebssicherheit der letzteren. Die dortigen Bahntechniker halten dafür, dass die grosse Sicherheit speziell dem verwendeten Systeme zuzuschreiben sei, besonders der direkten Verwendung der Arbeitsspannung von 500 V für das Steuersystem. Störungen an den Kontaktoren durch Zusammenkleben, oder solche an den Hauptsteuerschaltern sollen sehr selten sein; wenn letztere ausnahmsweise vorkommen, seien sie übrigens sehr rasch unschädlich zu machen, indem die erwähnten Schaltbretter des Steuerstroms auf jeder Plattform sofortiges Ausschalten des betreffenden Steuerapparats gestatten, worauf ohne weiteres derjenige einer anderen Plattform im Zuge benützbar ist. Ebenso rasch liessen sich bei Motoren- oder Kontaktoren- Störungen in einem Wagen an diesem selben Schaltbrette die Verbindungen zu diesen Motoren unterbrechen, wobei der Zug bei der vorhandenen grösseren Motorenzahl ohne weiteres mit den verbleibenden Motoren fahren kann. Ganz besonders hob man auch die Vorteile der Vorrichtungen für selbsttätig gleichmässige Beschleunigung sowie des Totmannsknopfs hervor.

Wir haben namentlich bei dieser Bahn die Überzeugung gewonnen, dass dieses Vielfachsteuerungssystem auch in den schwierigsten Fällen zuverlässig und betriebstüchtig ist, und dass die Befürchtungen unangebracht sind, es sei dasselbe zu kompliziert für einen praktischen Bahnbetrieb.

Die Anforderungen an die benützten Einrichtungen sind in diesem ungeheuer intensiven Betriebe überhaupt derart, dass man allgemein den Eindruck erhält: Was hier überhaupt beibehalten wird, das können nur vorzügliche Einrichtungen sein. Dieser Betrieb liesse sich auch nicht die kürzeste Zeit aufrechterhalten mit Mitteln, welche Unsicherheiten oder wesentliche Mängel enthielten. In der Tat versicherten uns auch die Bahnorgane nach damals beinahe einjährigem Betriebe, dass keine der vorhandenen Einrichtungen des elektrischen Betriebs den Wunsch nach Änderungen ergebe.

Diese Bahn bildet weiter und vor allem *den glänzendsten Beweis für die absolute Diensttüchtigkeit des Motorwagenbetriebs und dessen Vorzüge gegenüber dem Lokomotivbetrieb.* Ein Beweis dafür liegt zunächst in den Leistungen beim Anfahren.

Die Beschleunigung von Schnellzügen von 350 t geschieht mit 0,56 m/Sec.², diejenige von Personenzügen mit bis 218 t mit 0,675 m/Sec.². Die beschleunigende Zugkraft beträgt darnach im erstern Falle rund 20 000 kg, im letztern rund 15 000 kg. Die totalen Zugkräfte werden wahrscheinlich die genannten noch etwas überschreiten, da die Beschleunigungen bis zu erreichter erheblicher Geschwindigkeit ziemlich konstant gehalten werden, sodass zu jenen Zugkräften noch diejenigen für die Überwindung eines wesentlichen Rollwiderstandes hinzukommen. Rechnet man solchen z. B. nur zu 3 kg/Tonne, so bekäme man im Falle des schwersten Schnellzugs z. B. za. 21 000 kg totale Zugkraft. Der konstatierten Stromaufnahme von za. 2000 KW oder einer effektiven Motorenleistung von rund 2500 PS nach der widerstandslosen Parallelschaltung der 10 Motoren eines solchen Schnellzugs entspräche denn auch jene Zugkraft bei einer Geschwindigkeit von einigen 30 km/h. Liesse man diese selben Schnellzüge von Lokomotiven ziehen, so wäre die zu schleppende Last geringer um dasjenige Gewicht, um welches 8 gleichbelastete gewöhnliche Personenwagen leichter wären als der Zug mit 5 Motor- und 3 Anhängewagen. Dieser Gewichtsunterschied beträgt, wie früher angegeben, höchstens $5 \times 11 = 55$ t. Für die nun zu schleppenden 295 t ergäben sich bei derselben Beschleunigung anstatt 20—21 000 kg nunmehr zirka 17—18 000 kg Zugkraft am Haken der Lokomotive. Dazu würden (nach Herrn

Wirth) zwei der neuesten schweizerischen Schnellzugs-Lokomotiven der Serie A 3/5 von zusammen za. 207 t Eigengewicht *kaum genügen.* Die New Yorker Untergrundbahn rechnet, dass sie bei Dampfbetrieb zwei der neuesten Schnellzugs-Lokomotiven der Pennsylvania R. R. von zusammen 250 t Gewicht vorspannen müsste. Den 55 t Mehrgewicht für den Motorwagenzug gegenüber dem geschleppten Zug stünden also allergünstigst gerechnet mindestens 207 t, wahrscheinlich 250 t Lokomotivgewicht gegenüber, das Gesamtgewicht vermehrte sich somit von 350 auf mindestens 505 t, vielleicht auf 545 t, und entsprechend die Betriebsarbeiten. Der elektrische Motorwagenbetrieb ergibt somit hier gegenüber dem Dampfbetrieb eine Ersparnis der an den Radumfängen geleisteten Arbeit um mindestens 31—36 %. Mit *elektrischem* Lokomotivbetrieb könnte etwas bessere Ausnützung des Adhäsionsgewichts stattfinden. Legen wir dazu die Resultate der nachher zu beschreibenden Lokomotive „6000" der N. Y. C. & H. R. R. zu Grunde: Dort erreichte unter — hier vielleicht zu realisierenden — günstigsten Verhältnissen die Zugkraft 25 % des Adhäsionsgewichts. Rechnen wir indessen nur mit der als „normal" betrachteten, dort regelmässig mit Sicherheit überschrittenen Adhäsion von 1/6, so wäre ein Lokomotiv-Adhäsionsgewicht von rund 100 t nötig. Bei genannter Lokomotive beträgt das Gesamtgewicht rund das 1½fache des Adhäsionsgewichts; für unsern Fall wären somit bei gleicher Güte der Konstruktion rund 150 t Lokomotivgewicht nötig, d. h. zwei etwas leichtere Lokomotiven als die No. 6000 N. Y. C. ist. Das ergäbe dann noch rund 450 t totales Zugsgewicht. Auch gegenüber solchen *elektrischen* Lokomotiven erreicht somit der angewandte Motorwagenbetrieb noch za. 22 % Ersparnis an Arbeit.

Nun handelt es sich hier allerdings um ein System, bei dem ungefähr die Hälfte oder etwas mehr der Wagen Motorwagen sind. Für die Verhältnisse gewöhnlicher Normalbahnen wird eine relativ so grosse Zahl von Motorwagen pro Zug, auch bei idealster Zukunftsgestaltung solchen Betriebs, kaum wirklich erreichbar sein. Dieselbe Zusammenstellung, die hier vorliegt, könnte indessen mit mässigeren *Beschleunigungen,* wie sie für die Normal-Fernbahnen mehr als genügend sind, auch den Betrieb mit mehr Anhängewagen ohne weiteres führen. Liegen doch unsere gegenwärtigen Beschleunigungen bei den Normalbahnen zwischen 0,10 und 0,15 m/Sec.². Eine Steigerung ist ja wünschenswert, aber eine Verdoppelung würde wohl schon jeglichen wünschbaren Fortschritt darstellen und für die vorhandene Entfernung der Stationen mehr als genügen. Diese Beschleunigungen wären dann ungefähr halb so gross wie die im Subway angewandten und entsprächen demnach der Beförderung doppelter Gewichte; anstatt 350 t könnten 700 t mit 5 Motorwagen angezogen werden, oder die 400 t unserer allerschwersten Schnellzüge mit Leichtigkeit schon mit 3 Motorwagen. Die Beschleunigung könnte dabei noch etwa 0,35 m/Sec.² sein, die Zugskomposition eine solche aus 3 Motorwagen und 9 Anhängewagen analog denen der New Yorker Untergrundbahn. Für die Ansprüche, welche unsere Normalbahn-Schnellzüge in Zukunft an die *Fortbewegung* stellen müssen, müsste man sich der Zugskomposition des Subway nähern: Unter Voraussetzung von 80 km/h *dauernder* Geschwindigkeit auf der Ebene, mit 11 kg/t totalem Rollwiderstand gerechnet, ergäbe sich aus 6 Motor- und 6 Anhängewagen ein Zug von 420 t, der dafür 4600 kg Zugkraft und für jeden der 12 Motoren 110 PS Leistung erforderte. Diese Leistung könnten jene Motoren leicht *dauernd* ertragen, da die Stundenleistung 200 PS ist. Für die Bewegung auf der stärksten Steigung von 25 ‰ mit einer Geschwindigkeit von 40 km/h und 4 kg/t totalem Rollwiderstand wären für jenen Zug 12200 kg Zug-

kraft zu entwickeln, pro Motor 150 PS zu leisten, was über die Dauer solcher Steigungen ebenfalls sehr leicht möglich wäre. (Allerdings sind die Motoren der Subway dort nur für eine Maximalgeschwindigkeit von 67 km/h gewickelt und übersetzt, weil dort grössere Geschwindigkeit keinen Zweck hat, allein nichts hindert, dieselben bei wesentlich gleich bleibender Leistung für 80 oder 100 km/h anzuordnen: Die mögliche Zugkraft übertrifft dabei noch weit das für die angenommene Schnellzugsbewegung nötige Mass.)

Wir haben sonach hier eine Bahn mit Motorwagenbetrieb vor uns, deren Material ohne weiteres den weitesten Anforderungen an die Schnellzugsbeförderung bei unseren Vollbahnen Genüge leisten würde, und zwar mit den angegebenen wesentlichen Arbeitsersparnissen gegenüber Lokomotivbetrieb.

# The Manhattan Elevated Railroad.

*Stadtbahn mit Gleichstrom und dritter Schiene.*

Wir erwähnten bereits, dass das Betriebssystem und die allgemsinen elektrischen und mechanischen Anordnungen dieses älteren Teils der „Interborough Rapid Transit Co.“ im wesentlichen gleich sind, wie beim „Subway“; in den Einzelheiten sind Abweichungen zu verzeichnen. Wir besprechen davon einige, Interesse bietende Punkte.

## A. Allgemeine Verhältnisse.

Der Verkehr ist weniger dicht als auf der Untergrundbahn, die Züge haben aber ähnliche Zusammensetzung und Gewichte wie dort.

## B. Bauliche Anordnung und Ausdehnung.

Die *Geleiselänge* ist beinahe die doppelte der Untergrundbahn, nämlich 191 km einspurig gezählt. Den Unterbau bilden die bekannten Hochbahn-Gerüste, teils 2—4-geleisig nahe der Mitte der Strassen aufgestellt, teils diese Geleisezahl auf zwei Gerüste beidseitig der Strasse verteilt. Sehr zahlreiche Kurven und Geleisekreuzungen. Die Schienen sind gleich lang, aber etwas schwächer wie bei der Untergrundbahn, nur 45 kg/m. Dagegen sind mehr (hölzerne) Schwellen gelegt: 20 per Schienenlänge. Maximale Steigungen geringer: 20 ‰.

Die *Stationen* sind z. T. ganz offene, z. T. dreiseitig geschlossene, einfache Perron-Überdachungen.

Die nachstehend erwähnten Bilder zeigen die allgemeine Anordnung der Bahnbauten sowie einzelne Züge (einiges auch von der ähnlich gebauten Hochbahn in *Brooklyn).* In Fig. 4 ist das Gerüst von unten sichtbar, in der Anordnung mit Verteilung der Geleise der beiden Fahrrichtungen auf 2 getrennte Gerüste beidseitig der Strasse; das Bild 10 stellt die Anlage mit zwei Gerüsten bei einer Strassenkreuzung dar. In der Fig. 17 ist der Aufbau einer Station erkennbar, in der Fig. 11 eine Stationshalle bei einer Verzweigung von Linien mit Geleiseüberkreuzung. In Fig. 12 sieht man eine bedeutende Kurve mit Blockstation, mit zwei sich kreuzenden Zügen besetzt; längere, gerade Strecken in den Bildern 13 und 14, bei letzterem mit Abstieg in eine Untergrundstrecke.

Die *Kraftstation* an der 74. Strasse, am East River gelegen, ist ähnlich eingerichtet wie diejenige der Untergrundbahn, mit derselben Art Dampfmaschinen

und allgemeinen Anordnung, auch demselben Stromsystem, jedoch in Ausführung mit älteren Modellen. Stärke und Umdrehungszahl der Dampfmaschinen und Dynamos sind gleich wie beim Subway. Die mittlere Beanspruchung der Kraftstation ist 21 900 KW.

Die 8 *Unterstationen* sind vollkommen unabhängig von denen der Untergrundbahn; von ihrer eigenen Kraftstation aus sind sie ähnlich gespeist und angeordnet wie die der Untergrundbahn, obwohl wesentlich älter. Wir besuchten eine 5 Jahre alte Station. In ihr sind bereits Einankerumformer von 1500 KW bei 250 U/M angewendet; sie sind relativ grösser und schwerer als die neueren beim Subway und die Kollektoren zeigen etwas weniger schönen, obwohl ebenfalls zufriedenstellenden Gang. Bei diesen Stationen sind von je 6 aufgestellten Umformern mit 9000 KW Normalleistung ausnahmsweise im Winter bei starkem Schneefall alle im Betrieb. Das gewöhnliche Winter-Maximum der Leistung wird bewältigt mit 5 Umformern von 7500 KW Normalleistung, während das Leistungsmittel, bezogen auf die *Betriebsstunden* (wohl za. 20 per Tag) nur 1300 KW beträgt.

*Die dritte Schiene* ist ähnlich befestigt wie bei der Untergrundbahn; frühere Isolatoren aus anderen Materialien, wie „vitrified clay“ (Klinker oder Steingut-ähnlichen Produkten), die gut isolierten aber etwas weniger Festigkeit hatten, werden nun ebenfalls durch solche aus „Reconstructed granite“ ersetzt. Die Schiene hat geringere Leitfähigkeit und ist von oben *nicht* geschützt; ihr entlang ist bloss seitlich, auf der äusseren Seite des Geleises, ein Brett als Unfallschutz des Personals befestigt, da die hier verwendete, ursprüngliche Art des Stromabnehmerschuhs (gerade über der Schiene hängend und durch sein Gewicht sich aufdrückend) keine obere Abdeckung gestattete. Aus den Fig. 2 und 3 der Tafel 16 ist die Konstruktion von Schuh und Schiene ersichtlich, ebenso diejenige des *Eiskratzers,* der zur Wegschaffung der im Winter auf der Oberfläche sich etwa bildenden Eiskruste dient. Diese Eiskratzer haben sich im allgemeinen bewährt; doch kommen bei dem schneidenden Winterwetter, das gelegentlich in New York mit Wirkungen einsetzt, die wir hierzulande kaum begreifen können, Zeiten, wo bei dieser noch ungedeckten Schiene stärkere Störungen des Betriebs eintreten.

An *Rollmaterial* besitzt die Hochbahn 838 Motorwagen, 714 Anhängewagen und 52 Spezialwagen für eigenen Dienst, zusammen 1604 Wagen, ähnlich gebaut wie die der Untergrundbahn, doch etwas kleiner und leichter. Plattformen nur durch Pantograph-Gitter geschlossen, nicht eingewandet; die Wagenkasten enthalten bloss 48 Sitzplätze bei übrigens gleicher Anordnung. Es sind keine so weitgehenden Massregeln wegen Feuers- und Stromgefahr dabei getroffen. Die Masse der Wagen „über alles“ sind: Länge 13,4 m; Breite 2,76 m (grösser als beim Untergrund, wo die Tunnels einschränkten); Höhe 3,48 m (ebenso). Entfernung zwischen den Drehzapfen nur 9,12 m. Motoren etwas schwächer, vom Typus der G. E. Co. No. 66. Aus dem Bilde 83 ist das Äussere der Wagen ersichtlich.

## C. Betrieb.

Wie bereits bemerkt, weniger frequent und leichter als bei der Untergrundbahn, Zusammenstellung der Züge aus Motor- und Anhängewagen jedoch ähnlich.

Die Kraftstation hat in einem Jahre 192036937 KWh Hochspannungs-Drehstrom geliefert, bei einer *mittleren* Leistung von 21 862 KW; die maximale Leistung ist offenbar ebenfalls 3—4 mal grösser als die mittlere.

### D. Allgemeine Beurteilung.

Wir können im allgemeinen auf das bei der Untergrundbahn gesagte verweisen; die Resultate sind ähnliche, die Leistungen zwar wesentlich geringer, dafür aber erzielt mit einem Drittschienenbetrieb an freier Luft und mit unbedeckten Kontaktschienen. Wenn auch Störungen durch Eis und Schnee dabei vorkommen, so bildet immerhin der jahrelange Betrieb dieser Bahn mit äusserst dichtem Verkehr, bei welchem längere Unterbrechungen die grössten Kalamitäten nach sich zögen, in den ganz ausnahmsweise ungünstigen klimatischen Verhältnissen von New York einen Beweis dafür, dass die Störungen bei dieser Betriebsart selbst bei *unbedeckter* Schiene nicht derart schwerwiegend sind, dass deswegen von diesem System abgesehen werden müsste.

## Long Island Railroad.

*Vorort- und Vollbahn. Gleichstrom dritte Schiene; bisher Dampf.*

### A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Die Long Island-Bahn ist für amerikanische Verhältnisse eine Vorortbahn in Verbindung mit Fernlinien; ihre Anlage und ihr Verkehr entsprechen unseren Normal-Vollbahnen; auch die Ausdehnung des in Betracht kommenden Teils ihres Netzes (140 km zwei- und mehrgeleisige Strecke) und ihre grössten Reiseentfernungen (Long Island City-Cedarhurst = 32 km) sind erheblich. Sie hat seit längerer Zeit als Dampfbahn bestanden und wird nun seit Juni 1904 sukzessive auf elektrischen Betrieb umgebaut, der im Juli 1905 begann. Der Dienst der L. I. R. R. ist von der Pennsylvania R. R. übernommen worden, welche die erstere Bahn — nach amerikanischer Bezeichnung — „kontrolliert" d. h. im Finanzkonzern mit ihr ist; die Kraftstation ist für die (weiter hinten beschriebenen) elektrischen Betriebe der Pa. R. R. in und um New York und die L. I. R. R. gemeinsam. Das hier betrachtete Bahnnetz bedient den gegen New York zu gelegenen, za. 600 $km^2$ umfassenden Teil der Insel Long Island, der ausser der Stadt Brooklyn viele kleinere Vorstädte, dann Sport- und Vergnügungsplätze (worunter die grossartigste Vergnügungsstadt der Welt auf Coney Island), ferner Bader und Parke auf den zahllosen kleineren Inseln trägt. Es ergibt sich daraus ein täglich zu gewissen Stunden ungeheuer angehäufter Personenverkehr, der sich wieder an gewissen Tagen auf bestimmte Plätze zusammendrängt. Dieser Vorortsverkehr bildet die Hauptsache. Es werden aber auch aus der Ferne kommende schwere Personenschnellzüge (aus dem Osten von der Pa. R. R. und aus dem Nordosten von der ebenfalls in Elektrifikation begriffenen New York New Haven und Hartford R. R. her) über das Netz der L. I. R. befördert. Diese Fern-Züge werden (siehe die Übersichtskarte in 1 : 200 000; Tafel 2) über Long Island City durch die im Bau begriffenen Tunnels unter dem East River durch nach der neuen, unterirdischen Zentralstation der Pa. R. R. in New York City (Manhattan) geführt werden. Besondere Erwähnung verdient die hier in Entstehung begriffene, nur mit dem rauchlosen elektrischen Betriebe mögliche systematische Einführung der Aussenzüge in die Hoch- und Untergrund-Stadtbahnen: Die lokalen (immerhin also aus za. 30 km Entfernung kommenden) Züge werden später z. T. direkt von der westlichen Endstation an der Flatbush Avenue in Brooklyn in die Tunnels des

New York Subway und auf diesem weiter gehen, andere bei Chestnut Street Junction am Ostende Brooklyns direkt auf die Hochbahn dieser Stadt, von wo aus sie ohne weiteres über Brooklyn Bridge ebenfalls in New York's City, wahrscheinlich von dort aus später auch direkt auf die New Yorker Hochbahn gelangen werden.

Neben diesem Personenverkehr wird schwerer Güterverkehr mit elektrischem Betrieb über die Linien der L. I. R. gehen, sobald der elektrische Betrieb der Pa. R. R. und der New York-New Haven- & Hartford-Bahn fertig eingerichtet sein wird. Dieser, wie der Fernverkehr, wurde zur Zeit des Besuchs auch über die elektrifizierten Strecken noch mit Dampf geführt. Der Güterverkehr der grossen Fernbahnen wie der Pa. R. R. und der NY. NH. & H. R. R., geht nicht nach New York City hinein; was nicht in Brooklyn bleibt, wird mit Trajektschiffen in ganzen Güterzügen von Bay Ridge (Brooklyn) aus über den Hafen geführt, für die Pa. R. R. nach Jersey City. Aus dem Tunnel der umgebauten L. I. R.-Linien, nahe deren Westende in Brooklyn, zweigt daher eine zweigeleisige Linie nach der Oberfläche ab nach Bay Ridge; über diese werden die aus West und Nordwest kommenden Güterzüge elektrisch befördert werden. Die grossartigen Bauten, Gebäude, Tunnels, Geleise- und komplizierten Stationsanlagen für alle diese Umwandlungen waren zur Zeit unseres Besuches im Bau.

Die technische Betriebsgemeinschaft der L. I. R. mit den bestehenden Hoch- und Untergrundbahnen führten bei ihr zum Betrieb mit Gleichstrom von 500-600 Volt mit dritter Schiene; der Personenverkehr wird mit Motorwagen, in Zügen von 2 bis 9 Wagen bis 350 t abgewickelt, mit kommerziellen Geschwindigkeiten von zirka 40 km/h mit Inbegriff vieler Halte (mittlere Stationsdistanz etwa 1,6 km), bei maximaler Geschwindigkeit von zirka 88 km/h. Die Zugsfrequenz ist gross: per Stunde auf der dichtest belegten Strecke bis zu 18 Züge in jeder Richtung. Zur Zeit des Besuchs waren 130 neue elektrische Motorwagen und eine entsprechende Zahl Anhänger im Dienst. Der nach Fertigstellung eintretende Vollbahngüterbetrieb wird mit elektrischen Lokomotiven vollzogen, die auch die Fernschnellzüge befördern werden. Beim Besuche waren noch 230 Dampflokomotiven da.

Die Bahn wird nach ihrer Vollendung wohl das bedeutendste Beispiel einer für die Passagiere idealen Verbindung von Fernschnell-, Vororts- und Stadtbahn-Verkehr sein.

## B. Bauliche Anordnungen und Ausdehnung der Anlage.

### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

*Spurweite:* Normal.

*Länge* der Strecken, welche für elektrischen Betrieb vorgesehen: 140 km; zur Zeit unseres Besuches ausgerüstet: 68 km Strecke, 157 km Geleise. Die Bahn ist meist zweigeleisig. Die erwähnte Planskizze auf Tafel 2 zeigt, welche Strecken bisher elektrifiziert waren.

*Krümmungen* im allgemeinen wenige; doch kommen beim Übergang in die Untergrundbahn Minimalradien von 45 m vor; im übrigen 150 m Minimalradius.

*Steigungen* nur bei den Übergängen in Hoch- oder Untergrundbahn, daher selten, aber bis 20‰, auf einer ganz kurzen Strecke für den Übergang in ein Güterdepot 50‰. Im Bilde 15 (aufgenommen während der Fahrt) ist eine Strecke gezeigt, wo das Geleise von eigener Hochbahnstrecke über die Niveaulage unter der Brooklyner Stadthochbahn durch in Untergrundbahn übergeht.

*Unterbau.* Die Bahn hat auf dem grössten Teil ihrer äusseren Strecken eigenen Bahnkörper auf natürlichem Grunde; davon sind nur etwa 26 km neuerlich vollständig eingehegt worden. Längere äussere Strecken über seichte Meerarme liegen auf langen Holzbrücken; andere, namentlich im Grenzgebiete der Stadt Brooklyn bilden Hochbahn auf Eisengerüste, teilweise auch Untergrundbahn. Im weniger bewohnten Gebiet ist der Bahnkörper frei zugänglich; in den äusseren Ästen befinden sich auch Niveaukreuzungen mit Strassen.

*Oberbau.* Schienen meist von 50 kg/m und 10 m Länge, teilweise von 39 kg/m. 16 Holzschwellen per Schiene. Geleise und Schotterung für amerikanische Anschauungen bemerkenswert gut.

*Stationen:* Sehr viele, namentlich im inneren Teile; die mittlere Stationsdistanz dürfte zirka 1,6 km betragen. Figur 16 ist eine während der Fahrt aufgenommene Photographie einer neuen, ganz in Eisenbeton ausgeführten Stationsanlage (deren Überdachung noch fehlt) auf demjenigen Teil der Bahn, der innert der Grenzen von Brooklyn als Hochbahn gebaut ist.

*Signale.* Die Strecken werden mit elektropneumatischem Blocksystem ausgerüstet, das z. Z. des Besuchs auf 22 km schon im Betrieb war.

**2. Elektrische Einrichtungen.**

Das *System im allgemeinen* ist das der New Yorker Untergrund- und Hochbahnen: In Dampfstationen wird Drehstrom von 11000 V bei 25 Perioden erzeugt, in eine Anzahl Unterwerke geleitet, dort in Gleichstrom von zirka 600 V umgeformt, und mit Speisekabeln einer dritten Schiene zugeführt.

*Das Kraftwerk* befindet sich in Long Island City (Borough of Queens) und dient gleichzeitig dem Betrieb der Pennsylvania RR. für ihren (im Bau begriffenen) Tunnel von der Manhattanhalbinsel (New York City) unter dem East River durch und für die benachbarten Strecken auf Long Island. Das Werk war zur Zeit unseres Besuches neu in Betrieb gekommen. Es ist für 6-7 Dampfturbogeneratoren von je 5500 KW, also zusammen 38500 KW Normalleistung vorgesehen; aufgestellt waren drei solcher Einheiten für insgesamt 16500 KW. Platz für Erweiterung des Gebäudes ist vorgesehen für bis 100000 KW.

Das *Gebäude* besteht aus zwei Längsschiffen, von denen das eine in zwei Stockwerken die Kesselanlage, das andere die Maschinenanlage enthält. Vom letzteren ist durch eine der Länge nach durchgehende Wand ein schmaler Teil abgetrennt für die Schaltanlage. Im Souterrain unter Kesselhaus und Maschinenanlage sind die Pumpenanlagen und anderen Zubehörden der Dampfanlage; hievon vollständig abgetrennt das Untergeschoss unter der Schaltanlage, für diese selbst ausgenützt. Das gegenwärtige Gebäude misst $60 \times 80$ m Grundfläche. In Abbildung 36 ist der zur Besuchszeit ausgebaute Teil des Maschinensaales dargestellt.

*Die Maschineneinheiten* sind Westinghouse-Parsons Dampfturbogeneratoren mit horizontaler Achse, welche Drehstrom von 11000 V 25 Perioden bei 750 U/M. erzeugen; Normalleistung 5500 KW.

Für die *Erregung* sind besondere Aggregate aufgestellt: Zwei Gleichstromgeneratoren, angetrieben durch besondere Dampfturbinen, das dritte ein Generator mit Asynchronmotor, bedient vom Drehstrom, mit eigenem Transformator. Wir erkundigten uns hier besonders nach den Erfahrungen mit dieser fast landesüblichen Erregung mittels, vom erzeugten Drehstrom selbst abhängiger Motorgeneratoren. Die Betriebsleitung hält es für keinen Nachteil, dass die Erreger von allfälligen Kurzschlüssen im Drehstrom derart beeinflusst werden, dass dabei die Anlage die Spannung verliert; man hält es im Gegenteil mit Rücksicht auf die Schonung des

Materials (für die man also mehr sorgt als für die kurze Dauer der Störung in solchem Falle) allgemein für einen Vorteil, dass bei so starken Kurzschlüssen, welche die ganze Kraftstation zu beeinflussen vermögen, die Anlage „sich selbst ersticke". Eine Akkumulatorenbatterie ist immerhin, natürlich mit Beschränkung ihres Maximalstroms, beständig den Erreger-Maschinen parallelgeschaltet. Ein besonderes Motor-Generator-Aggregat ist zum Aufladen der Batterie vorhanden.

Ausserdem enthält das Werk noch zwei Turbogeneratoren von je 2500 KW für die Beleuchtung der Tunnels der Pennsylvania RR..

Die schematische Anordnung der *Schaltung* ist ähnlich wie beim Kraftwerk der New York Interborough: Zwei Systeme von Sammelschienen (die wieder keine Ringe bilden, sondern offen sind) für den von den Generatoren gelieferten Strom; jeder Generator ist mittels Schaltern, die unter Last betätigt werden können, nach Wahl auf jedes dieser Systeme schaltbar. Solange alles in Ordnung ist, wird nur eines, das „Arbeits"-Sammelschienensystem, benützt. Jedes Sammelschienensystem bildet für gewöhnlich ein ganzes, kann aber so unterteilt werden, dass je eine Gruppe von drei Generatoren einen besonderen Betrieb für sich bildet. Die abgehenden Hochspannungslinien können analog wie die Generatoren auf das eine oder andere Sammelschienensystem geschaltet werden. Sämtliche Schaltungen geschehen durch Fernbetätigung von zentraler Bedienungsstelle aus durch einen einzigen Mann; dessen Schalttisch gibt auch hier, wie bereits als üblich beschrieben, mit seinen kleinen Schaltern eine Darstellung der im grossen hergestellten Verbindungen. Dieses Bedienungspult hat mit allen Instrumenten eine Breite von nur je etwa 30 cm pro Generator. Für die Verbindung zwischen dem „Operator" und den Maschinisten ist hier eine besonders komplete Einrichtung vorhanden: Der Schalttisch enthält ein „Signalfeld", von dem aus etwa 5 verschiedene Signale betreffend Anlassen, Regulieren, Abstellen u. s. w. bei der Maschine gegeben werden können, wo sie in beleuchteter Schrift erscheinen; ebenso erscheint die Rückmeldung des Maschinisten, die das Verständnis garantiert, beim Operator. Der letztere kann sich für seine Arbeit mit Blick nach dem Maschinensaal stellen, und hat dabei die Messinstrumente für die Generatoren und Erreger unmittelbar vor Augen, diejenigen der abgehenden Linien und der Hausleitungen im Rücken. Die Ausführung der ganzen Anlage auch hier sehr sorgfältig, besonders mit Rücksicht auf Verhütung von Isolationsfehlern, Störungen durch Lichtbogen und Feuer überhaupt. Innerhalb des Gebäudes sind alle Leitungen inklusive die 11000 V-Hochspannungsleitungen als Kabel geführt. Die Isolation der letzteren ist von besonderer, neuer Art, mit getränkten Leinenstreifen hergestellt. Ein Teil der Hochspannungslinien geht ausserhalb des Gebäudes in Freileitung über. Die mit Gleichstrom beschickten Fernschaltungsleitungen sind hier besonders sorgfältig isoliert. Sie bilden sehr biegsame Kabel mit bis zu 5 Adern; diese Kabel sind einzeln in Eisenrohre eingezogen, die innen und aussen sorgfältig emailliert sind. Der Krümmungsradius dieser Röhren ist nicht unter zirka 20 cm, so dass mit Leichtigkeit Ersatzkabel in die bestehenden Röhren eingezogen werden können. Die 11000 V-Sammelschienen sind, jeder Pol für sich auf Isolatoren, in aus Backstein gemauerten, weiten, allseitig geschlossenen Kanälen und Zellen geführt, die nur bei den Isolatoren und Verbindungen Öffnungen haben. Alle Hochspannungsapparate sind einzeln in ebensolchen Zellen untergebracht, die auf der Vorderseite durch wegnehmbare Deckel, aus Asbest oder Glas in Eisenrahmen, verschlossen sind: Diese Deckel selbst sind sinnreich so konstruiert, dass man beim Einsetzen nicht mit Metallteilen derselben an die Hochspannung gelangen kann. Als Trennwände zwischen den einzelnen Polen oder Apparaten sind Platten

aus virginischem „Seifenstein", verwendet. (Derartiges, sehr homogenes Gestein-material, ebensoleicht zu bearbeiten wie unsere besten Schiefer, aber wesentlich feuerfester, findet sich offenbar an verschiedenen Orten in den Vereinigten Staaten, denn es finden sich ähnliche Sorten anderer Herkunft überall in den neueren Schaltanlagen verwendet.) Die Hochspannungsschalter in Öl sind eine neuere direkt durch starke Solenoide (ohne Motor) betätigte Konstruktion; die Betätigung wirkt sehr rasch. Jeder Pol hat auch hier für sich eine feuersichere Zelle. Die verwendeten Zeitrelais Westinghouse'scher Konstruktion sind neuerer Bauart; die Verzögerung wird dabei bewirkt durch einen Flügel, der Luft durch eine kleine Öffnung treibt.

*Elektrische Leitungen. — Die Hochspannungsdrehstromlinien zwischen Kraftstation und Umformerstation* sind über Land als Freileitungen ausgeführt, in den überbauteren Teile der Insel, wo eine fast zusammenhängende Kette von Ortschaften besteht, sind es unterirdische Kabel. Solcher Hochspannungsdrehstromleitungen waren zur Besuchszeit za. 38 km Freileitung und za. 16 km Kabel, total za. 54 km Strecke (parallel verlegte Kabel und Freileitungen nur einfach gezählt) verlegt. (Siehe auch die Planskizze auf Tafel 2.) Die grösste Entfernung eines Umformerwerks vom Kraftwerk beträgt 26 km. Sowohl bei den Freileitungen als bei den Kabeln laufen auf vielen Strecken mehrere (dreidrähtige) Linien parallel; die Länge dieser *oberirdischen* Linien (= 1/3 Drahtlänge) beträgt daher 100 km.

Die Hochspannungs*kabel* sind in sogenannten «*conduits*» geführt. An dieser Stelle mag einmal diese für alle Arten Kabel landesübliche Verlegungsart näher beschrieben werden: Die „conduits" sind starke Röhren aus innen glasiertem Steingut oder dgl., für jedes Kabel eine Röhre, zweckmässig geformt um in der Länge verbunden sowie in Bündeln für grosse Kabelzahlen vereinigt zu werden. Hier sind sogenannte „einfache" Conduits verwendet, d. h. solche mit nur einem Loch, Röhren aus „vitrified clay", Klinker- oder Steingut-ähnlich und gut glasiert. Der innere und äussere Querschnitt ist hier ein Quadrat mit stark abgerundeten Ecken, von 97 mm Lichtweite. Die Röhren haben 19 mm Wandstärke, und 45 cm Länge. Die Stücke passen mit Verjüngung und Erweiterung ineinander und werden in Gruppen — hier drei nebeneinander und sechs übereinander — in Zementbeton verlegt und von solchem umgeben, sodass das Ganze einen festen bleibenden Rohrkanal bildet, der all den vielen Grabarbeiten der Grosstädte Stand hält und kein Wiederaufgraben erfordert. Mannlöcher zum Einziehen und Verspleissen der Kabel sind alle 120 m angebracht. Bei der L. I. R. ist diese Verlegungsart unter erschwerenden Umständen angewandt: Verlegung unter der Grundwasserhöhe, mit künstlicher Entwässerung durch Pumpen. Meistens werden sonst mehrlöcherige Röhren verwendet; hier nur stellenweise vierlöcherige.

Der Graben für die Hochspannungskabel ist ganz nahe der äussersten Schiene des Bahnkörpers verlegt. Man erkennt dies aus Fig. 51.

Die *Kabel* sind dreiadrig verdrillt, jede Ader und das ganze mit imprägnierter Papierisolation, letzteres dazu mit blankem Bleimantel umgeben; sie wurden mit 30 000 Volt eine halbe Stunde geprüft. Auf mehreren Strecken, nämlich bei der Unterschreitung der zahlreichen Meerarme zwischen den vielen Inseln, mussten gummiisolierte submarine Kabel verwendet werden. Alle diese Kabel halten sich sehr gut; die Fabrikation von Kabeln für diese 10—12 000 V ist in Nordamerika offenbar eine sehr sichere, weil diese Spannung für die primäre Energieverteilung der Grosstädte zur Norm geworden ist.

Die *Hochspannungsfreileitungen* sind am Rande des Bahnkörpers selbst, die Masten einige Meter vom Geleise entfernt, aufgestellt. Wo das Bahngeleise auf

Holzgerüsten Meerarme überschreitet, beträgt die Entfernung der Holzmasten der Hochspannung von der nächsten Geleisemitte nur 3 m 85.

Die Ausführungsart der Hochspannungsfreileitungen ist bemerkenswert, da sie unter Berücksichtigung aller amerikanischen Erfahrungen und Anschauungen sehr sorgfältig studiert und gewählt wurde. Der Hauptstrang (za. 15 km) ist mit eisernen Gittermasten ausgeführt, die Zweige (zusammen etwa 23 km) mit Holzmasten. Die Gittermasten sind zur Aufnahme von 8 Hochspannungslinien zu 3 Drähten von za. 13 mm Durchmesser nebst 8 (meist stärkeren) Niederspannungsspeisekabeln, die Holzmasten für 2 ebensolche Hochspannungslinien und bis 4 Niederspannungsspeisekabeln bestimmt. Die Drähte jeder Drehstromleitung liegen im gleichseitigen Dreieck von etwa 65 cm Seite, die Niederspannungsdrähte alle nebeneinander za. 110 cm unter den untersten Hochspannungsdrähten. Die letzteren sind 8 m 70 über Boden befestigt. Entfernung der Gittermasten in der Geraden ungefähr 46 m, der Holzmasten za. 30 m. Höhe der normalen Gittermasten 12 m (von Sockeloberfläche in Bodenhöhe an), ausnahmsweise auch mehr. Die Konstruktion der Gittermasten ist sehr einfach. Sie bestehen in der Hauptsache aus 4 aufrechten Winkeleisen von 76 × 76 × 9,5 mm, die in der Ebene quer zum Tracé bis oben gleichmässig zusammenlaufen, ebenso auf den Seiten längs des Tracés bis zur Höhe der Isolatorentraversen, von wo an sie parallel sind. Basis-Viereck zirka 70 × 70 cm. Die Fig. 1 auf Tafel 14 und das Bild 48 zeigen die Konstruktion. Die Gittermasten sollen berechnet worden sein, um einer Windgeschwindigkeit von 100 miles p. hour = za. 45 m/Sec zu widerstehen, bezw. es sei mit einem Winddruck von 27 lbs/square foot = 132 kg/m² auf ebene Fläche gerechnet worden. Eckmasten, Endmasten u. s. w. haben lediglich stärkere Winkeleisenständer, bei scharfen Winkeln auch mit grösserer Divergenz nach unten. Die Gittermasten sind mit vier Ankerschrauben auf die Betonsockel geschraubt. Das Eisenwerk jedes Gittermastes ist mit Kupferdraht und -Platte geerdet; man misst aber dieser Massregel hier weniger die Wirkung eines Personenschutzes, als eines Blitzschutzes zu. Die Isolatorenbolzen sind nicht unmittelbar an der Eisenkonstruktion, sondern auf Holztraversen befestigt. Nach dortigen Erfahrungen legt man überall, auch bei den allerneuesten Konstruktionen, immer noch Wert darauf, zwischen Isolator und geerdetem Eisenwerk „eine gute Portion Holz“ zu haben. Die Traversen (die auch bei den Holzmasten angewandt) sind hier aus Gelbkiefer geschnitten, von rechteckigem Querschnitt, 127 mm breit und 152 mm hoch, obere Fläche abgerundet; sie sind sorgfältig mit einer Asphaltfarbe gestrichen. Nach allem, was wir bemerkten, sehen die amerikanischen Ingenieure, die im allgemeinen grosse Erfahrung im Verhalten von Holzkonstruktionen im Freien haben, sehr darauf, dass bei diesen Gestängekonstruktionen das Holz möglichst wenig angebohrt und angeschnitten werde, namentlich nicht so, dass Wasser auf Schnittflächen liegen bleiben oder in Bohrlöcher eindringen kann. Auch verlangt man sehr rasche Auswechselbarkeit von Isolatoren. Aus diesen Gründen ist hier eine für uns neuartige Isolatorbolzen-Konstruktion aus hämmerbarem Eisen verwendet, welche die starken Traversen in Form eines umgekehrten U umfasst, und mit unterer Gegenplatte und zwei Muttern nach unten festgezogen wird. Mit ähnlichen, U-förmigen Stücken wird die Traverse selbst in einfachster Weise, zwischen den vertikalen Winkeleisen durchgesteckt, auf seitlich angenieteten horizontalen Winkeleisen festgeschraubt, die gleichzeitig Versteifungen des Gitterwerks bilden. Auf diese Weise bleibt das Holz der Traverse völlig intakt und jede Auswechslung ist äusserst einfach und rasch vollzogen. Siehe die Skizzen auf Tafel 14.

Die *Holzmasten* bestehen entweder aus dem, ohne Imprägnierung sehr lang-haltbaren und dort verbreiteten Holz der echten Kastanie, oder (über die Meerarme aus mit Kreosot imprägnierter Gelbkiefer. Oberer Minimaldurchmesser 20 cm bei ! bis 17 m totaler Länge; Belastung mit maximal $(6+4) \times$ za. 130 m m² = za. 780 mm Kupferquerschnitt, d. i. sehr viel mehr, als bei uns für solche Stangen üblich.

Aus Skizze 2 auf Tafel 14 ist das obere Ende eines solchen Mastes für sechs Drähte mit einseitiger (vom Geleise abgewandter) Ausladung ersichtlich wie längs den Holzbrücken über die Meeresarme verwendet. Dieselbe Art Master zeigt auch das Bild 49.

Die *Isolatoren* der Hochspannungsfreileitung bestehen aus zwei auf der ganzen Oberfläche glasierten, übereinander gekitteten Porzellanteilen, wovon der innere den eisernen Bolzen bis weit hinunter umfasst. Durchmesser der Isolatoren 165, Höhe 127 mm. Aufkittung mit der bekannten Mischung aus Glyzerin, Wasser und Bleiglätte; Probe sämtlicher Isolatoren mit 50 000 V in Salzwasser während zwei Minuten, und mit 30 000 V unter künstlichem Platzregen, wobei keine Randentladung eintreten durfte. Nach Montierung der Drähte wurden die Linien selbst vier Minuten lang einer Spannung von 30 000 V zwischen Erde und Draht unterworfen. Solchen wiederholten, praktischen Erprobungen der fertigen Anlagen wird in Amerika überhaupt grosse Bedeutung beigelegt und hierin eher noch weiter gegangen als bei uns. Für die Montierung der Drähte auf das Gestänge werden stets sorgfältig ausgedachte, mechanische Methoden angewendet (die z. B. bei den langen Holzbrücken hier besonders schwierig waren), um den Draht mit wenig Personal aufzubringen und ihn dabei möglichst zu schonen, was man bei uns leider noch oft vermisst.

Bei jedem Übergang von Freileitung in Kabel sind *Blitzschutz- und Schalthäuser* eingebaut. Es sind dies turmähnliche, innen zweistöckige Backsteingebäude von za. $4^1/_2$ auf 6 m lichter Grundfläche. Sie enthalten im Oberstock in einer horizontalen Reihe jeder Längsseite die Freileitungs-Ein- und Ausführungen, die grossen Induktionsspulen in den Leitungen nach den Kabeln, und Trennschalter für die Abtrennung der Blitzschutzapparate. Letztere befinden sich im Untergeschoss, nebst den Schaltern und Endverschlüssen für die abgehenden Kabel. Die Blitzschutzapparate sind die Wurtz'schen Vielfachfunkenstrecken mit Vorschalt- und Nebenschlusswiderständen bekannter Westinghouse'scher Konstruktion. Bild 48 gibt die Ansicht eines solchen Blitzschutzhauses, das Bild 49 eine einfachere Bauart bei Einführung eines submarinen Kabels.

Bemerkenswert ist, dass die oft ziemlich komplizierte *Entwicklung der ein- und ausgeführten Freileitungsdrähte bei den Umformerwerken, Schalthäusern und Blitzschutzhäusern* nicht im Innern der Gebäude, sondern ausserhalb vorgenommen ist, auf grossen, auskragenden, Brücken ähnlichen Gitterwerken: weniger schön als praktisch. Kreuzungen im Innern werden dadurch vermieden, und man erreicht, dass alle Leitungen in einer einzigen horizontalen Reihe in die Gebäude treten und die Apparate und Leitungen sich dort in einfachster Weise an den Wänden entwickeln. Man betrachte diesfalls das Bild 48 eines Blitzschutzhauses und die Ansicht 38 eines Umformerwerks.

*7 Umformerwerke* sind vorhanden für za. 86 km (meist zweigeleisige) Strecke dritter Schiene, so dass ihre durchschnittliche Entfernung za. 12 km beträgt. Die Verteilung dieser Werke im Netz zeigt Tafel 2. Eine Eigentümlichkeit sind ausser den 5 festen zwei *fahrbare Umformerwerke*. Deren besondere Bestimmung ist die Bedienung von Zweiglinien nach Sportplätzen, die nur zu gewissen Zeiten, dann aber sehr starken Verkehr haben. Gewöhnlich zwei bestimmten Sport-

plätzen zugeteilt, können diese fahrenden Umformerwerke auch anderwärts bei besonderen Gelegenheiten aushelfen überall da, wo Hochspannungsleitung ist. Es ist so die Zahl fester Werke vermindert, und vermieden dass solche Anlagen während langer Perioden, oft von Monaten, unausgenützt bleiben.

Diese neuartigen fahrbaren Unterwerke sind in schweren, geschlossenen eisernen Wagen mit zwei Drehgestellen untergebracht, haben Vorrichtungen zur Verbindung ihrer Hochspannungsausführung mit der, dem Geleise benachbarten Hochspannungs-Freileitung, sowie der Gleichstromausführung mit der dritten Schiene, und enthalten in dem kleinen Raume je einen Umformer für 1000 KW Leistung. Im Bilde 37 sind zwei solche Unterstationswagen sichtbar.

Die *festen Umformerstationen* haben (Einanker-) Umformer von 1500 KW Gleichstromleistung bei 650 V, mit kompoundierter Erregung, jeder bedient durch 3 ihm zugeteilte Einphasentransformatoren, die den 11 000 V-Drehstrom (25 Per.) aufnehmen. Anlassen durch direkt gekuppelten kleinen Asynchronmotor, mit besonderem Transformatorensatz, der auch anderen Zwecken der Station dient. Akkumulatoren nur in einer Umformerstation.

*Schaltung:* Die Umformerwerke sind immer gleichzeitig „Schaltstationen" der Hochspannungslinien. Ankommende und abgehende Hochspannungslinien sind mit fernbetätigten Ölschaltern auf Sammelschienen geschaltet, die keinen Ring bilden; dafür ist ein zweites Sammelschienensystem mit unterteilbaren Schienen vorhanden, sodass bei Fehlern an Sammelschienenteilen Reserve vorhanden und die Weiterführung der abgehenden Linien ohne Berührung der Stationssammelschienen möglich ist. Die Transformatorengruppen der einzelnen Maschinen sind an die letztern angeschlossen, ebenfalls mittels fernbetätigter Ölschalter. Keine Schalter sind vorhanden zwischen Transformern und zugehörigen Umformern, die zusammen einheitliche Aggregate bilden. Auf der Gleichstromseite sind Generatoren und Speiseleitungen mit selbsttätigen Maximalschaltern an die Sammelschienen angeschlossen. Es ist je ein Reservemaximalschalter für Gleichstrom für die Maschinen wie für die Speiseleitungen vorhanden, denn man machte die Erfahrung, dass Störungen weniger in den Maschinen als an diesen Schaltern vorkommen. Ein Handumschalter, bei jeder Maschine und jeder Speiseleitung angebracht, gestattet, bei Störung des betreffenden Maximalschalters diese Einheit vermittels Hülfsschienen über den Ersatz-Maximalschalter an die Sammelschienen zu schalten. Der Reserveschalter passt je für alle Einheiten, weil alle Generatoren und auch alle Linien für gleiche maximale Belastung bestimmt sind.

Ausser den bei uns üblichen Instrumenten besitzt jeder Umformer auf der Drehstromseite einen Leistungsfaktormesser, der fleissig benützt wird, um mit möglichst geringer Verschiebung zu arbeiten. (Wir beobachteten an beiden in Betrieb befindlichen Maschinen den Faktor 0,95.)

Das von uns besichtigte Umformerwerk *Woodhaven Junction* zeigte uns nach Richtung der Betriebssicherheit, Schutz gegen Isolationsmängel und Feuerschäden sorgfältigste und durchdachte Ausführung. Freiheit im Bauplatz gestattete beinahe quadratischen Grundriss. Der grosse Parterreraum der Mitte enthält die Maschinensätze und Transformatoren, die Aggregate in zwei Doppelreihen mit Platz für je drei Einheiten, die Transformatoren je an der Wand, die Maschinen nach der Mitte gegen einen breiten Bedienungsgang hin. Drei Einheiten zu je 1500 KW waren aufgestellt.

Die eine Seite des Gebäudes, hinter der einen Transformatorenreihe, bildet in drei Stockwerken über und einem Stockwerk unter dem Boden ein, mittels durchgehender Mauer vollständig abgeschlossenes Hochspannungs-Schalthaus,

enthaltend: Zu oberst, an geräumigen Gängen, die Freileitungseinführungen und Blitzschutzapparate erwähnter Art. Im zweiten Stock, in vollständig gemauerten Zellen und Kanälen, die Sammelschienensysteme (für Verbindung der Linien, für die Station und für Reserve). Im Parterre in zwei Reihen, ebenfalls in gemauerten durch wegnehmbare feuerfeste Platten verschlossenen Zellen die Ölschalter der Maschinen und der Freileitungen. Endlich im Kellergeschoss die Kabelendverschlüsse und -Ausführungen für die unterirdischen Drehstromlinien die hier anschliessen, sowie deren Ölschalter. Der Mittelsaal des Gebäudes ist unter den Transformatoren bis an die Maschinenfundamente unterkellert behufs Bildung der bekannten Luftdruck- und Hochspannungskammern zur Kühlung der Transformatoren, sowie zur Aufnahme der Ventilatoren selbst und der Drehstromverbindungen der Transformatoren und Maschinen.

Die *Bedienungsstelle* für die Fernbetätigung aller Hochspannungs-Apparate (auch der ankommenden und abgehenden Linien!) ist behufs Platzersparnis als grosse Empore an der anderseitigen Wand des Maschinensaales über die dortige Transformatorenreihe hinausgebaut und enthält ausser dem Fernbetätigungsschaltpult mehrerwähnter Konstruktion und den Drehstrommessinstrumenten auch Schaltstand und Schaltraum für den Gleichstrom.

Die anderen Umformerwerke sind analog eingerichtet.

Die *Gesamtleistung aller Umformerwerke* beträgt normal (bei bedeutender Überlastungsmöglichkeit) 16 500 KW Gleichstrom, mehr der Stundenleistung der Akkumulatoren von 2000 KW (momentane Maximalleistungsfähigkeit der Akkumulatoren = 4600 KW).

Die *Gleichstromspeiseleitungen* sind teils als unterirdische Kabel, teils als Freileitungen längs dem Hochspannungsgestänge verlegt. Der Anschluss an die einzelnen Drittschienensektionen und deren Verbindungen geschieht in Schalthäuschen, die wegen Aufstellung auf dem Bahnkörper möglichst klein, mit dünnen Wänden aus Eisenbeton und kaum 1 m² Grundfläche ausgeführt wurden. Siehe das Bild 50. Von den Unterwerken aus gehen einzelne Speiseleitungen, wie bemerkt jede mit eigenem Maximalschalter, nach einzelnen Sektionen der 3. Schiene, deren Länge so bemessen ist, dass im allgemeinen nur Ein Zug gleichzeitig sich auf einer Sektion befindet. Es sei hervorgehoben, dass hier eine, schon öfter vorgeschlagene, aber relativ wenig verwendete Anordnung getroffen ist: Diese Sektionen der dritten Schiene sind *nicht* von einander „isoliert", d. h. abgetrennt, sondern durch Schmelzsicherungen miteinander verbunden. Wie bekannt wird dadurch bezweckt, dass für den normalen Fall alles vorhandene Kupfer sich an der Stromlieferung beteiligt, dasselbe somit gut ausgenützt wird, während für den Fall des Kurzschlusses auf einer Sektion die Zufuhr übermässiger Ströme von den andern Sektionen durch Ausschmelzen dieser Verbindungs-Sicherungen abgeschnitten wird. Diese sind, damit die Maximalschalter der Speiseleitungen der anderen Strecken nicht ausschalten, entsprechend knapp gehalten. Für ein Urteil über die Bewährung dieser Anordnung ist die Betriebszeit wohl noch zu kurz.

*Die dritte Schiene.* Ihre Ausführung ist sehr ähnlich derjenigen der beschriebenen der New York Subway. Die Schiene selbst aus möglichst gutleitendem Stahl, mit ausserordentlich grossem Querschnitt: Gewicht za. 50 kg/m. Niedriges Vignolprofil. Da man beabsichtigt, die Motorwagen beider Bahnen eventuell auf den Geleisen beider laufen zu lassen, passt die Anlage der Kontaktschiene auch für den Kontaktschuh der New Yorker Untergrundbahn und umgekehrt. Die dritte Schiene ist oben abgedeckt und von oben bestrichen wie die der Untergrundbahn. Die Unterschiede sind: Bei der L. I. R. grösserer Querschnitt und grösseres

Gewicht der Schiene; die Schienen liegen, gegen seitliche Verschiebung gehalten, im allgemeinen nur durch ihr Gewicht auf einer Weichgusskappe des Isolators, in der Längsausdehnung frei. Ferner, wie aus der Skizze 4 Tafel 19 ersichtlich, trägt die Schiene der L. I. R. ausser dem oberen und äusseren Schutzbrett, welcher Schutz auch auf freier Strecke vorhanden ist, in den Stationen noch ein inneres seitliches, schiefgestelltes Schutzbrett. Die Schutzbretter sind hier mit Holzklötzen za. alle $1^1/_2$ m an der Schiene selbst befestigt. Auf diese Weise ist die Berührung der unter Spannung stehenden Schiene durch Zufall beinahe undenkbar und nur mit ausgesprochener Absicht möglich.

Als Isolatoren sind zunächst solche aus „vitrified clay" (ähnlich Klinker) angewandt, dem bisher ziemlich allgemein im Lande für Drittschienen-Isolatoren gebrauchten Material. Da dasselbe zwar billiger aber nicht so fest ist wie „Reconstructed granite", so wird voraussichtlich doch noch dieses letztere eingeführt werden. Die geringere Solidität dieser Isolatoren erforderte auch, dass sie ziemlich nahe aneinander, etwa alle drei Meter angebracht werden mussten. Die ganze Anlage der dritten Schiene ist einigermassen erkennbar aus den Bildern 85 und 84 sowie 57, welch letzteres eine Stationsgeleiseanlage darstellt. Die elektr. Verbinder der dritten Schiene sind ähnlich wie bei der New Yorker Subway, siehe Bilder 8 und 9.

### 3. Rollmaterial.

*Park.* Die Bahn besass zur Besuchszeit für den damaligen elektrischen Betrieb: 130 Motorpersonenwagen, 5 Expressgutmotorwagen, 80 aus älteren umgewandelte Personenanhängewagen und 5 eiserne solche neuester Bauart; ferner einen elektrischen Rotations-Schneepflug; im ganzen 220 Fahrzeuge speziell für den elektrischen Betrieb. (Der Park für den Dampfbetrieb beträgt daneben noch 230 Dampflokomotiven, 700 Personenwagen und zirka 2000 Güterwagen.)

Die *Motorwagen* sind ganz analog den „Stahlwagen" der New Yorker Untergrundbahn gebaut, und ebenfalls vom Schöpfer derselben, dem Chefingenieur des elektrischen Teils der Elektrifikation der L. I. R., Mr. George Gibbs, entworfen. Die Kasten sind niedrig, um auf der Untergrundbahn laufen zu können; sie zeigen jedoch nicht die leichten Abschrägungen des oberen Teils der Seitenwände der Untergrundwagen. Im Bilde 84 sind die näher liegenden, längeren Wagen derartige; ebenso der im Bilde 85 gezeigte. Der geschilderte Normal-Typus mit zwei Drehgestellen, Doppel-Quersitzen mit umlegbaren Lehnen und Mittelgang, hier mit 54 Sitzplätzen in einzigem Innenraum und Plattformen für das Publikum; Eingangstüren, Führerstand, Steuerapparate etc. genau wie bei der Untergrundbahn. Einzelne Wagen haben nach vorn nur Gitterabschluss (siehe Bild 84), die meisten (Bild 85) vollständig geschlossene Plattformen. Im Bilde 85 sieht man die zwei Hebel, mit denen, wie bei der Untergrundbahn, im Lokaldienst von einem Mann die Türen zweier Wagen gleichzeitig auf der Einsteigeseite geöffnet bezw. geschlossen werden; auf diesem Bilde erkennt man auch, wie der für den Auftritt notwendige Einschnitt im Plattformboden während der Fahrt abgedeckt als Stehplatz benützbar ist. Dies zeigt auch die Ansicht 59.

Gewicht eines „Stahlmotorwagens" genau wie bei der Untergrundbahn = = 36,7 t, leer aber mit gesamter elektrischer Ausrüstung.

Masse: Länge über Stossbalken 15,59 m; Breite 2,67 m; Höhe 3,67 m.

Radstand der Drehgestelle 2,03 m; Abstand der Drehzapfen 10,97 m. Raddurchmesser 843 mm.

*Elektrische Ausrüstung:* Auf dem einen der Drehgestelle zwei Gleichstromreihenmotoren von 200 HP Stundenleistung, mit einfacher Zahnradübersetzung; die Zahnräder auf den Achsen festgepresst. Die Motoren sind eingerichtet für eine Maximalgeschwindigkeit von 96 km/h. Serienparallelschaltung mit Widerständen vermittels Vielfachsteuerung. Die Widerstände und alle Arbeitsstromapparate wiederum sämtliche unter dem Wagenboden angebracht.

*Stromabnehmerschuhe:* an jeder Seite jeden Drehgestells je einer, pro Motorwagen vier. Konstruktion und Befestigung fast genau gleich wie bei der Untergrundbahn. Im Bilde 59 ist erkennbar, wie die ganze Stromabnehmervorrichtung mittels eines flachen, U-förmig nach unten gebogenen Eisenträgers auf den Achsbüchsen ruht, während die stromführenden Teile auf einem Holzbalken sitzen, der an geripptcn Sitzflächen vertikal verstellbar ist. Da hier auf den (freiliegenden und jedermann zugänglichen) Stationen viel eher als beim Subway die Möglichkeit besteht, dass Unberufene den Drehgestellen nahe kommen, ist der Schuh mit den stromführenden Teilen oben mit hölzernem Schutzdach versehen. In der Abbildung 85 ist dieser Schutz entfernt.

Das Vielfachsteuerungssystem ist das beschriebene normale, Westinghouse'sche elektro-pneumatische, mit der neueren Anordnung der Kontaktoren in gerader Linie unter dem Wagenrand. Dies ist in dem Bilde 84 zu erkennen. Als Steuerstromquelle dienen die normalen zwei kleinen Batterien von 14 Volt, von denen stets eine auf den Steuerkreis geschaltet ist, während die andere im Stromkreis des Luftpumpenmotors selbsttätig aufgeladen wird. Das Strombeschränkungsrelais sowie die Vorrichtung zum selbsttätigen Stellen des Zuges bei Loslassen des Handgriffs des Hauptsteuerschalters sind ebenfalls angebracht; letzteres bewirkt hier ausser dem Ausschalten des Fahrstromes gleichzeitig das Einsetzen der Luftbremse und der pneumatischen Sandung. Im Bilde 86 ist die Apparatenanordnung im Führerstande sichtbar: die in Röhren geborgenen Leitungszuführungen und die Nebenapparate, der untere Rand des Haupsteuerapparats und die Führerventile der beiden Bremsen.

Über die günstigen Eigenschaften des Betriebs mit Motorwagen unter Verwendung der Vielfachsteuerung ist das Urteil auch bei dieser Bahn entschieden und einstimmig. Etwas widersprechende Auskünfte erhielten wir von verschiedenen Stellen über die Bewährung speziell des hier wohl zum erstenmal in so grossem Masse verwendeten elektropneumatischen Systems. Während darüber von einer Seite mitgeteilt wurde, es seien allerdings, wie bei jeder Neuerung, Störungen vorgekommen, aber keine ernstlichen und fortdauernden, wurde von anderer Seite über Mängel dieser Ausführungsart geklagt, die eine sehr genaue Instandhaltung und fleissige Revision dieser Einrichtungen verlange. Wie wir früher andeuteten, scheint es, dass hauptsächlich die niedrige Betriebsspannung von nur 14 V dadurch zu Störungen Veranlassung gegeben hat, dass bei der unvermeidlichen Verstaubung und Beschmutzung und dadurch entstehenden Widerständen in den die Luftventilmagnete im Steuerkreis bedienenden Kontakten der Steuerstrom gelegentlich in unzulässiger Weise geschwächt wurde. (Dass in neueren Ausführungen dieses elektropneumatischen Systems nun grössere Spannung, z. B. 50 V Wechselstrom, verwendet werde, führten wir bereits an.) Jedenfalls kommen derartige Störungen bei den mit höherer, z. B. der Fahrspannung von 600 V arbeitenden Vielfachsteuerungssystemen nach den Erfahrungen auf der Mehrzahl der amerikanischen Hoch- und Untergrundbahnen nicht vor, und sie sind nicht eine Eigenschaft des Vielfachsteuersystems an sich.

*Elektrische Kupplungen zwischen den Wagen* sind zwei vorhanden: Eine siebendrähtige für den niedergespannten Steuerstrom, und eine starke eindrähtige für den Arbeitsstrom, zur Sicherung der gleichmässigen Stromversorgung und Arbeit aller Motoren des ganzen Zugs unabhängig vom Aufliegen einzelner Schuhe, sowie für die Abgabe des Beleuchtungsstroms an die Anhängewagen. Kupplungskabel und -Kontakte ähnlich wie bei der Untergrundbahn.

*Beleuchtung und Heizung* sind elektrisch.

*Bremsvorrichtungen:* Ausser der automatischen Westinghousebremse die direkte Luftdruckbremse derselben Firma, beide am Führerstand bedienbar. Luftdruckerzeugung in jedem Wagen mittels Kompressors mit besonderem Elektromotor, nach Manometerstand selbsttätig angelassen und abgestellt. Pneumatische Sandstreuvorrichtung.

(Wirth:) Als *mechanische Kupplung* haben alle Wagen die Zentralkupplung. Einstweilen scheinen, wohl in der Übergangsperiode, verschiedene Ausführungen davon in Gebrauch zu sein; wir sahen Wagen mit der beim Subway verwendeten Form, andere mit der normalen amerikanischen Zentralkupplung; dann solche, welche gleichzeitig eine *selbsttätige Kupplung für die Bremsverbindungen und das elektropneumatische Steuersystem* besorgen. (Die elektrische Kupplung befindet sich dabei unterhalb der mechanischen.) Diese Kupplung ist ähnlich einer andern, die man uns in der Westinghouse'schen Fabrik im intensiven Dauerversuch zeigte. Sie vermeidet jede von Hand auszuführende Kupplungsoperation; sie soll sich bis jetzt recht gut bewährt haben und zur allgemeinen Einführung bei der L. I. R. vorgesehen sein.

Die gesamten elektrischen Brems- und Kupplungsausrüstungen der Wagen sind von der Westinghouse El. & Mfg. Co. geliefert.

Alle Motorwagen haben als *Signale* starke Reflektorlampen an der Stirne, daneben zwei farbige Lampen zur Angabe von Weg und Ziel des Zuges, wie im Bilde 85 zu ersehen. Dort ist auch der „Fender" ersichtlich, den die Motorwagen tragen: Er ist, als für eine Überlandbahn, mehr in der Form des „Kuhfängers" ausgeführt.

*Anhängewagen.* Neue ganz eiserne Anhängewagen, in Ausrüstung und Gewicht wie bei der Untergrundbahn (za. 30 t Leergewicht, 54 Sitzplätze) sind im Bau (vorläufig waren vier da). Die umgebauten älteren *„hölzernen"* Anhänger dienen dem Lokalverkehr, sind etwas kleiner und wiegen leer 24 t. Im Bilde 84 befindet sich rechts ein solcher Wagen. Sie haben breite Eingangstür in der Mitte der Längsseite. Die Wagen für Fernverkehr enthalten Abtritt mit Toilette. Sämtliche neueren Wagen zeigen, wie alle Neukonstruktionen amerikanischer Personenwagen, bei gutem Geschmack in der Inneneinrichtung den bemerkenswerten Vorteil möglichst glatter Flächen, überall gerundeter Kanten, Vermeidung aller Staubfängerecken, und (abgesehen von der nach unseren Begriffen unbequemen Gestaltung der Sitze) überhaupt sehr zweckmässige Einrichtungen.

**4. Anlagekosten.**

Wir erhielten hierüber von der Firma Westinghouse Church Kerr & Co., welche die gesamten Bauten der Elektrifikation projektierte und ausführte, eine Anzahl sehr verdankenswerter Angaben. Für die Bedeutung der absoluten Beträge muss dabei freilich in Betracht gezogen werden: Die grosse Höhe der amerikanischen Arbeitslöhne, die z. T. wieder durch praktische, mechanische Arbeitsmethoden kompensiert wird; die Verschiebung der relativen Werte verschiedener Dinge gegenüber Europa, wie z. B.: Sehr geringe Landpreise ausserhalb, gegen

sehr hohe Landpreise innerhalb der Städte; sehr geringer Kohlenpreis; Eise[illegible] gegen keineswegs billiger, z. T. teurer als bei uns; im ganzen durchschn[illegible] ein viel geringerer Wert des Bargeldes gegenüber dem Wert von Ware[illegible] Arbeit als bei uns. (Wir verweisen auf die Angaben im späteren zusam[illegible] fassenden Kapitel über die Unterhaltskosten einzelner Teile.) Bei allen [illegible] stehenden Angaben handelt es sich also ferner um *Umänderungskosten* vor [illegible] Dampfbahn auf die elektrische.

| *Anlagekosten für:* | Total rund Fr. | Per Ge[illegible] km. [illegible] Fr. |
|---|---|---|
| *Dritte Schiene,* samt Schwellen, Verbindungen, nötiger Geleiseänderung, alles inbegriffen, bei 157 km ausgerüstetem Geleise . . . | 5 200 000 | 33[illegible] |
| *Elektrische Übertragungslinien:* Hochspannungs-drehstrom (Freileitung und Kabel), Gleich-strom-Speiseleitung (in Freileitung u. Kabel) | 3 950 000 | 25[illegible] |
| *Telephonanlage* für den Traktionsdienst . . . | 140 000 | [illegible] |
| *Signal-Einrichtungen* (Block-System) . . . . | 1 180 000 | 7[illegible] |
| *Änderungen am Unter- und Oberbau, Einfriedigungen u. s. w.* (Diese letztern Ausgaben sind allerdings offenbar zum grossen Teil nicht durch die Einführung des elektrischen Betriebs an sich, sondern infolge der notwendigen Erweiterungen für die eintretende enorme Verkehrssteigerung veranlasst) . . . . | 1 700 000 | 10[illegible] |
| *Gebäude* (5 Umformerstationen mit 1 Batteriehaus, Reparaturwerkstätte, 2 Revisions-Remisen, 5 Blitzschutz- und Schalthäuser) samt Landerwerb (dieser Fr. 105 000)* . . . . . | 2 670 000 | 17[illegible] |
| *Maschinen und übrige Ausrüstung der Umformerwerke, der Schalt- und Blitzschutzhäuser u. s. w.* | 3 830 000 | 24[illegible] |
| *Neues Rollmaterial* (140 neue Wagen, worunter 130 Motorwagen, komplet) . . . . . (oder per Wagen im Mittel Fr. 80 000) | 11 200 000 | |
| Dazu *Änderungen an 80 alten Wagen* . . . . | 19 000 | |
| (Somit neues Rollmaterial und Änderungen an altem per Geleisekilometer) . . . . . | | 7[illegible] |
| *Gesamtkosten der Elektrifikation* . . . . . . . | 29 889 000 | 126 0[illegible] |

| Verteilt man die Gesamtkosten auf folgende drei Hauptposten, so ergeben sich rund als Kosten für: | Totalkosten: Fr. | Kosten per [illegible] einfaches Ge[illegible] Fr. |
|---|---|---|
| Kraftbeschaffung* und Übertragung bis an die dritte Schiene: . . . . . . . . . . | 10 450 000 | 67 000 |
| Änderungen auf der Strecke, inkl. dritte Schiene und Signale: . . . . . . . . . . . | 8 220 000 | 52 500 |
| Rollmaterial: . . . . . . . . . . . . . | 11 210 000 | 71 500 |
| | 29 880 000 | 191 000 |

* Hiebei sind die Kosten des *Kraftwerks* selbst, welches mit der Pa. R. R. gemein[illegible] ist, *nicht* eingerechnet; dieselben betragen rund Fr. 15 400 000.

## C. Betrieb.

### 1. Verkehr.

Wie eingangs genauer angeführt, bis jetzt *Personenverkehr* mit Vorortzügen, die auch einige Expressgutwagen führen; in Zukunft auch von anschliessenden Bahnen her Fernschnellzüge und *Güterverkehr* mit schweren Zügen aus grossen Distanzen.

*Fahrplan.* Vorläufig für den Personenverkehr:

Auf der Hauptlinie West-Ost, Flatbush-Woodhaven (Hauptverzweigung): 18 Züge *per Stunde* in jeder Richtung.

Auf den Zweiglinien

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Woodhaven-Belmont Park | je 6 | Züge | per | Stunde | in | jeder | Richtung |
| Woodhaven-Rockaway Park | je 3 | „ | „ | „ | „ | „ | „ |
| Valley Stream-Hammels | je 2 | „ | „ | „ | „ | „ | „ |

Demnach normale rascheste Zugsfolge auf der innern Strecke: Alle $3^1/_2$ Minuten ein Zug per Richtung; tatsächlich sind aber zeitweise alle $2^1/_2$ Minuten Züge vorgesehen und die Blocksignalstrecken dafür eingerichtet.

*Zugsbildung.* Die Züge werden im allgemeinen aus $^2/_3$ Motorwagen und $^1/_3$ Anhängewagen zusammengesetzt. Die normalen Züge auf den inneren Strecken der Hauptzweiglinie (d. h. dort wo sie bis alle $2^1/_2$ Minuten verkehren) führen 4 Motorwagen und 2 Anhängewagen. Mit den „üblichen“ 100 Passagieren per Wagen zur Hauptverkehrszeit belastet, ergibt dies 4 (36,7 + 7) + 2 (24 + 7) = 237 t. Die Züge für nebensächlichere Zweiglinien führen 3 Motorwagen und 1 Anhänger, ausnahmsweise auch 2 Motor- und 2 Anhängewagen, erreichen also belastet etwa 150 bis 160 t. Bei starkem Verkehrsandrang, namentlich nach den Sportsplätzen, werden aber heute schon, wie später für die Züge der Pennsylvania R. R., auch Züge von 4 Motor- und 3 Anhänge- sowie von 6 Motor- und 3 Anhängewagen angewendet, die somit gelegentlich über 350 t schwer sein werden.

*Geschwindigkeiten.* — Die *Fahrplangeschwindigkeit* mit Inbegriff der Halte auf den Stationen ist 40,25 km/h; wirkliche *Maximalgeschwindigkeit:* 88,5 km/h, auch für die schweren Züge. Es wurde uns bemerkt, dass man die letztere Geschwindigkeit mit Absicht nicht höher gewählt habe, weil die Motoren den Bedingungen der Untergrundbahn entsprechen müssen, auch im Punkte der Beschleunigung, die ebenfalls 0,675 m/Sec.$^2$ erreicht. Für die leichten Züge soll mit bis 96 km/h gefahren werden.

*Förderleistung.* Im August 1905, gleich nach der Eröffnung des Betriebs, der erst einen Teil des Netzes und Fahrplanes umfasste, wurden durchschnittlich geleistet *per Tag* 4730 Wagenkilometer. Da der Verkehr sich sehr zusammendrängt, war dabei die höchste Leistung per Stunde 1115 Wagenkilometer (die Tagesarbeit also nicht viel grösser als das vierfache der Stundenarbeit). Vorgesehen sind die Einrichtungen für eine maximale Arbeit *per Stunde* von 7700 Wagenkilometer, oder das siebenfache des bis jetzt vorgekommenen. Nehmen wir doppelt so viel Motorwagen als Anhänger und damit ein durchschnittliches Gewicht der belasteten Wagen von 35 t an, so entspräche obiges einer stündlichen Maximalarbeit von 270 000 t km, und da jede Tonne durchschnittlich in dieser Stunde 40 km zurückgelegt, so wären während dieser Stunde gleichzeitig $^{270\,000}/_{40} = 6750$ t unterwegs. Dem gegenüber ist die Anlage nach speziell erhaltenen Angaben für gleichzeitige Beförderung von 7500 t eingerichtet. Nach sorgfältiger Erwägung der in Amerika gemachten Erfahrungen über die Steigerung des Verkehrs durch den elektrischen Betrieb wurde die Leistungsfähigkeit der Einrichtungen für denselben für die *vierfache* Förderleistung des bisherigen Dampfbetriebs berechnet.

**2. Arbeitsbedarf, Effekte und Wirkungsgrade.**

Hierüber konnten wir noch keine Angaben erhalten.

Einen Anhaltspunkt über das Verhältnis der maximalen zur mittleren Leistung geben lediglich die soeben erwähnten Zahlen. Darnach wäre als *Maximalleistung* die gleichzeitige Bewegung von 7500 t vorgesehen, bei einer mittleren bewegten Last von 6850 t während der stärkst belasteten Stunde, sodass die Maximalleistung 1,1 mal die mittlere der stärkstbelasteten Stunde wäre. Ferner betrug im August die durchschnittliche tägliche Arbeit das $^{4730}/_{1115}$ = 4,1fache der Arbeit der stärkstbelasteten Stunde, die mittlere Leistung bezogen auf 24 Stunden somit $^{4,1}/_{24}$ = 0,171 mal die mittlere Leistung der stärkst belasteten Stunde, oder $^{0,171}/_{1,1}$ = 0,155 mal die maximale Leistung, d. h. die maximal erforderliche Leistung wäre 1 : 0,155 = rund 6,5 mal so gross als die mittlere, auf 24 Stunden bezogen.

**3. Unterhalt, Reparaturen und Betriebsausgaben i. A.**

Zahlen über die Unterhalts- und Reparaturkosten konnten bei der kurzen Dauer des Betriebes noch keine angegeben werden. Im Vergleich zum bisher bestandenen Dampfbetrieb dürften gerade bei dieser Bahn nach einigen Jahren die interessantesten Ergebnisse resultieren.

**4. Betriebseinnahmen.**

Wir können erwähnen, dass ganz bedeutende Mehreinnahmen infolge der Verkehrssteigerung durch den elektrischen Betrieb sicher erwartet werden und dass diese Erwartungen sich z. Z. unseres Besuchs durchaus zu erfüllen schienen.

**5. Die Verhältnisse des in Aussicht stehenden Lokomotivverkehrs für Fernschnellzüge und Ferngüterzüge,**

welcher besonders die Züge der *Pensylvania R. R.* beschlagen wird, sollen unter diesem Titel besonders besprochen werden.

## D. Allgemeine Beurteilung.

Soweit die kurze Betriebszeit ein Urteil erlaubt, kann nach dem gewonnenen Eindruck und den erhaltenen Mitteilungen zusammenfassend gesagt werden: Die Einrichtungen dieser Bahn erweisen die grosse Leistungsfähigkeit und absolute Diensttauglichkeit des Drittschienen-Gleichstromsystems für den Betrieb schwerer und schneller Züge mit Motorwagen und Vielfachsteuerung auch auf Überlandlinien, für Verhältnisse, die etwa zwischen den Personen- und Schnellzugsverhältnissen unseres Landes liegen.

Die erreichte Verbesserung der Verkehrsverhältnisse ist eine enorme; sie entspricht — allerdings mit gleichzeitiger Einführung eines besten Blocksignalsystems — einer Vervierfachung der bisherigen Dampfförderung. Es wird eine nahezu ideale Verbindung zwischen Fernverkehr, Vorortsverkehr und Stadtbahnverkehr erreicht, die dem Publikum die grösstmöglichen Bequemlichkeiten bietet.

Die elektrischen Einrichtungen der Stromproduktion und Stromzuführung funktionieren tadellos und haben bisher zu keinen nennenswerten Störungen Veranlassung gegeben. Bemerkenswert ist diese Zuverlässigkeit besonders für die Hochspannungsleitung, die zwischen Freileitung, Erdkabel und submarinem Kabel wechselt bei Verwendung von 11 000 V und bei Führung in nächster Nähe längs des Bahnkörpers.

Die gutgeschützte dritte Schiene soll bis damals keinen Unfall verursacht haben, trotz des enormen Verkehrs auf grossen, freiliegenden Stationen mit grossen Geleiseanlagen wie sie das bereits zitierte Bild 57 u. a. zeigt, und trotz amerikanischer, freier, aber freilich meist mit Besonnenheit gepaarter Gewohnheiten der Fahrgäste. Der Schienenschutz ist wohl der beste, bisher zum Schutze der Personen ausgeführte; es kann bei dessen Anwendung kaum mehr von wesentlicher Gefährdung der Fahrgäste und des Personals gesprochen werden.

Die Unterbringung der starken Motoren und Zubehörden unter den Motorwagen hat keine Nachteile gezeigt; diese Ausrüstung hat sich bewährt.

Das hier verwendete Vielfachsteuerungssystem scheint anfangs Störungen verursacht zu haben zufolge seiner speziellen Bauart und wohl besonders wegen seiner geringen Betriebsspannung, doch waren die Mängel offenbar nicht derart, dass sie den Betrieb beeinträchtigten oder gegen das Vielfachsteuerungssystem an sich sprechen; sie waren bei anderen Ausführungen des letzteren seit längerem behoben bezw. nie aufgetreten.

Das System und die Einrichtungen dieser Bahn würden so ziemlich ohne weiteres den technischen Bedürfnissen unserer Normalbahnbetriebe entsprechen, die Frage der Einrichtungs- und Betriebskosten dieses Systems für unsere Verhältnisse dabei allerdings offengelassen.

# Baltimore und Ohio Railroad.

*Tunnelbetrieb einer Vollbahn im Stadtgebiet. Gleichstrom, dritte Schiene, Lokomotiven.*

## A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Eine Linie der Baltimore und Ohio Railroad, einer der grösseren Gesellschaften der Staaten, führt in einigen schlecht ventilierten Tunneln und längeren Einschnitten mitten durch die Stadt Baltimore. Bei der grossen Zugszahl bereitete die Dampfbeförderung seit längerer Zeit Unannehmlichkeiten und Schwierigkeiten durch die Rauchbelästigung, welche die Anwohner unzulässig fanden, und die dem Führerpersonal den Dienst sehr erschwerte, während die Sicherheit durch Beeinträchtigung der Sicht ebenfalls litt. Daher entschloss sich die Gesellschaft schon früh zur elektrischen Traktion auf dieser Strecke, und es besteht diese Betriebsart nunmehr seit *11* Jahren. Es handelt sich also um Betrieb auf nur kurzer Strecke von 6,4 km, jedoch um Förderung von, ohne Rücksicht auf die elektrische Traktion zusammengestellten, beidseitig mit Dampf ankommenden und weiterfahrenden sehr schweren Zügen, nämlich Personen- und Güterzügen von 800—1500 t. Mit 32 bezw. 16 km/h auf Steigungen bis 15 ‰ werden täglich 25 Personen- und 25 Güterzüge in jeder Richtung durchgefahren. Es ist dies der *am längsten bestehende und schwerste Vollbahnbetrieb mit elektr. Lokomotiven.*

## B. Bauliche Anordnung und Ausdehnung der Anlage.

### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

Die Bahnanlage ist, als Teil des grossen schon bestandenen Dampfbahnnetzes, gleich wie bei den Linien des letztern.

*Spurweite* normal.

*Länge* der elektrisch betriebenen Strecke 6,4 km; zwei Geleise im längsten Tunnel (von 2,23 km Länge), im übrigen vier Geleise.

*Steigung* maximal 15 ‰ im Haupttunnel. Es kommen ziemlich scharfe *Kurven* vor.

*Unterbau und Oberbau:* Ganz eingefriedigter, vollständig eigener Bahnkörper, jedoch eine Niveaukreuzung mit einer Strasse. Guter Schotter. Eichene Schwellen in mittlerer Distanz von 67 cm. Vignolschiene von za 50 kg/m, Normaltypus der amerikanischen Zivilingenieur-Gesellschaft.

## 2. Elektrische Einrichtungen.

Betrieb mit Gleichstrom von 6—700 Volt, erzeugt in einem Dampfwerk und unterstützt durch eine Batterie an entfernter Stelle, übertragen durch Speiseleitungen an Sektionen einer dritten Schiene.

*Leitungen. — Kontaktleitungen.* Ursprünglich war eine in der Höhe über dem Geleise aufgehängte, schwerste Kontakt-Oberleitung aus starkem Profileisen verwendet. Dieser Leiter war aber, nach den übereinstimmenden Aussagen der Beamten, Ursache sehr vieler Störungen durch Brechen, Niedergerissenwerden, Bruch von Isolatoren, des Aufhängeseils u. s. w.; es waren dazu viele und in dem starken Betriebe und bei dieser Art Oberleitung sehr schwer ausführbare Reparaturen nötig, sodass diese Kontaktleitung endgültig verlassen werden musste. Seither nun:

Dritte Schiene, Stahl, za. 37 kg/m, ein Normal-Vignol-Fahrschienenprofil. Sie ist „geschützt", und zwar i. allg. überall auf den Seiten durch zwei vertikale Bretter, welche die Schienenoberfläche etwas überragen. Diese Bretter sind mit Eisenwinkeln auf die Schwellen befestigt oder auf Balken, die ebenfalls beidseitig längs der dritten Schiene laufen und selbst auf den Holzschwellen befestigt sind. Siehe die Skizze Fig. 1 der Tafel 15. In den Stationen sind auch oberhalb der Schiene noch zwei horizontale Schutzbretter angebracht, die nur einen schmalen Schlitz für den Durchpass des Schuhes senkrecht über der Schienenaxe frei lassen, wie es die Zeichnung Fig. 2 auf derselben Tafel zeigt. In Fig. 3 ist eine Eindeckung mit einem vollständigen Bretterweg über und zwischen dem Geleise sichtbar, wie sie da ausgeführt ist, wo Geleise häufig überschritten werden müssen.

Der *Kontaktschuh* ist entsprechend der Abdeckung der Schiene *senkrecht über der Schiene befestigt,* und sitzt, wie aus der Figur 4 jener Tafel ersichtlich, an einer nur etwa 1 cm dicken vertikalen Messingplatte, die an den Stellen völliger Bedeckung der dritten Schiene in dem schmalen Schlitz zwischen den Brettern läuft. Der untere, eine horizontale Platte bildende Teil dieses Messingstückes ist durch einen „Überschuh" aus Stahl geschützt, der auf der dritten Schiene schleift und leicht und billig ersetzbar ist. Der ganze Schuh hängt in zwei Gelenken, welche etwelche Bewegung in der Fahrrichtung unter Einstellung der Lauffläche auf unregelmässige Schienenoberfläche gestatten; im übrigen ist Vertikalbewegung mit Sicherung gegen Verklemmen durch lange Führungsstangen erreicht, wie ebenfalls Fig. 4 zeigt.

Der Fuss der dritten Schiene ist durch Nasen von Weichgusskappen gehalten, welche auf den Isolatoren sitzen. Es werden neuerdings nur noch Isolatoren aus dem mehrerwähnten „Reconstructed granite" verwendet, die sich vorzüglich bewähren sollen; früher wurden Steingut und andere Materialien angewandt. Die Oberkante der dritten Schiene liegt 90 mm über derjenigen der

Fahrschiene und ihre Achse 775 mm seitlich der Spurkante. Für jedes Geleise ist nur auf einer Seite eine dritte Schiene gelegt.

Die elektrischen Verbinder der dritten Schiene sind die mehrfach erwähnten, aus Kupferlamellen mit angepresstem Kopf aus einem Stück erstellten, hier von za. 200 mm² Querschnitt pro Stoss. Die Schiene ist stellenweise verstärkt durch 1—2, beidseitig in ihrer Kehle verlegte Kupferseile von je za. 500 mm² Querschnitt, die als Speiseleitungen behandelt sind.

Die zur Rückleitung dienenden *Fahrschienen* haben 50 kg/m Gewicht und sind mit analogen Verbindern, je zwei von zusammen za. 350 mm² Querschnitt pro Stoss, versehen.

*Speiseleitungen* sind drei, aus Blankkupferseilen von je ungefähr 500 mm² Querschnitt, vorhanden.

Das *Kraftwerk* befindet sich nahe dem einen Ende der Strecke. Seine normale Leistung ist 2500, die maximale (durch Ueberlastung aller Maschinen erreichbare) 3300 KW. 5 horizontale Corliss-Tandem-Dampfmaschinen von Allis, 110 U/M, normal zu 750, maximal für 1000 HP jede, direkt gekuppelt mit (General Electric) Gleichstrom-Generatoren mit Compound-Erregung für je bis 700 Volt und 714 A oder 500 KW normal, 670 KW kurzzeitig maximal. 13 Wasserröhrenkessel (ältere Root und neuere Babcox & Wilcox), jeder „für 275 HP normal". Für eine Speiseleitung wird ein Booster zur Erhöhung der Spannung um 200 Volt verwendet, angetrieben durch Gleichstrommotor ab Sammelschienen. Akkumulatoren *keine* im Kraftwerk. Die Anlage ist älterer Bauart ohne besonders Bemerkenswertes.

An *Unterwerken* ist Eines vorhanden, ungefähr 2,2 km vom Kraftwerk, am andern Ende des Haupttunnels, in einem Stadtbahnhofe. Es enthält zwei Akkumulatorenbatterien für 700 Volt, von 3000 und von 1920 Ah Kapazität bei achtstündiger Entladung, die jedoch Entladungen mit 1580 A × 1h bezw. 1000 A × 1h ertragen, zusammen also eine Stunde lang za. 1800 KW leisten. Dazu ist ein Booster vorhanden, getrieben von einem an die Zuleitung selbst angeschlossenen Gleichstrommotor, zur Aufladung der Batterie.

### 3. Rollmaterial.

Zur Förderung werden nur Lokomotiven verwendet, und zwar drei von älterer Konstruktion, die vor 11 Jahren in Betrieb genommen und heute noch in vollem Betrieb stehen, und vier kuppelbare Lokomotiv-„Einheiten" neuerer Konstruktion, seit drei Jahren im Betrieb und meist zu zweien als je „Eine Lokomotive" verwendet.

*Die älteren Lokomotiven.* Sie haben vier Achsen, auf zwei getrennte Untergestelle verteilt. Jedes derselben trägt seinen eigenen Rahmen und Lokomotivkasten, sodass die Maschine aus zwei Hälften besteht, die durch eine Zentralkupplung gekuppelt sind, doch so, dass die Kästen dicht aneinander stossen und im innern und im äusseren Ansehen ein Ganzes bilden. Die Hälften können für den Betrieb nicht getrennt werden, weil jede einen Teil der Ausrüstung trägt; der Bau in zwei Hälften sollte lediglich die lange Lokomotive gelenkig unterteilen. Die Skizze auf Tafel 22 veranschaulicht den ganzen Bau. Nur der Mittelteil des gesamten Kastens hat die ganze Höhe, die beiden Enden sind niedriger und nach den Puffern zu abgedacht. Es ist nur Ein Steuerschalter vorhanden; der Stand des Führers ist im mittleren, höheren Teil des Kastens, ziemlich zentral, bei der Haupt-Fahrrichtung am vordern Fenster, das über die Abdachung hinaussieht.

Die 4 *Motoren* treiben die 4 Achsen *ohne Übersetzung* an. Die Anker der Motoren haben hohle Welle, welche die Achse des Radsatzes frei umgibt. Das Magnetgestell ist fest auf die Ankerwellen zentriert durch die Motorlager, der ganze Motor federnd am Drehgestellrahmen aufgehängt und die Übertragung der Bewegung von dem, dergestalt gegenüber dem Radsatz beweglichen Anker geschieht durch, innerhalb der Triebräder angebrachte Mitnehmerkreuze mit Hülfe von Gummipuffern.

| | | |
|---|---|---|
| Die *Hauptdaten* für diese Lokomotiven sind: Achsenzahl = Triebachsenzahl | = | 4 |
| Totalgewicht = Adhäsionsgewicht | = | 96 t |
| Achsdruck somit | = | 24 t |
| Länge über Stossbalken | = | 10,67 m |
| Grösste Breite (ohne Kontaktschuhe) | = | 2,87 m |
| Grösste Höhe | = | 4,24 m |
| Totaler Radstand | = | 7,00 m |
| Radstand jedes Gestells | = | 2,08 m |
| Durchmesser der Triebräder | = | 1,55 m |
| Bei Adhäsion = $\frac{1}{6}$ rechnungsmässig verfügbare Zugkraft | = | 16 000 kg |
| Normale Zugkraft bei voller Geschwindigkeit | = | 12 600 kg |
| Normal erreichte Zugkraft beim Anfahren | = | 21 800 kg |
| Bei einem Versuch erreichte maximale Zugkraft | = | 28 700 kg |
| Anzahl der Triebmotoren | = | 4 |
| Normale (Stunden-) Leistung = 4 × 360 HP | = | 1440 HP |
| wenn alle 4 Motoren parallel geschaltet werden; es bleiben aber im jetzigen Gebrauche stets 2 in Serie, sodass die Normalleistung | = | 720 HP. |

Die *elektrische Ausrüstung* enthält ausser den 4 Motoren, die 6 Pole haben, die (natürlich gekühlten) Widerstände und den Steuerschalter für einfache Serienparallelschaltung, derart, dass je zwei Motoren immer in Serie geschaltet bleiben. Die Steuerschalter müssen so längere Zeit 1500 und bis 2200 Amp. führen, was sie schwerfällig machte und Schwierigkeiten für dauerhafte Konstruktion ergab. Die Widerstände sind in den schräg abgedachten Teilen des Lokomotivkastens über dessen Boden untergebracht, Steuerschalter und Apparate im eigentlichen Führerhause; ebenda auch ein besonderer Motor für den Betrieb des Luftkompressors für die Bremse.

Die *Bremse* ist die Westinghouse'sche automatische.

Als *Signale* sind die für Lokomotiven landesübliche schwingende Glocke und eine Luftpfeife, sodann Stirnlichter mit Glühlampen angebracht.

Die *Beleuchtung* ist elektrisch; *Heizung* ist auf der Lokomotive keine vorhanden.

Diese Lokomotiven dienen heute meist dem Personenverkehr, für Förderung von Schnell- und Personenzügen von wohl 800 t Gewicht. Sie befördern diese Züge mit ungefähr 32 km/h auf den 15 ‰ Steigung. (Die Dampflokomotive wird, ohne zu arbeiten und, zur Vermeidung von Rauch, bei offener Feuertüre mitgezogen; die elektrische Lokomotive spannt sich vor. Wir machten eine Fahrt unter diesen Verhältnissen mit).

Bei Versuchsfahrten unter günstigen Umständen zog eine solche Lokomotive einen Zug von 52 Güterwagen im Gesamtgewicht von 1900 t auf einer Steigung von 8 bis 10 ‰ an und beförderte ihn mit 10,3 km/h über 8 ‰. Dabei wurden bei der Beschleunigungsperiode 28 700 kg Zugkraft konstatiert, somit war eine Adhäsion von nahe 30 % vorhanden.

*Die neueren Lokomotiven.* Diese bestehen aus voneinander abtrennbaren „Einheiten", von denen gewöhnlich 2 zu einer „Lokomotive" gekuppelt werden; diese Teil-Einheiten sind aber alle gleich und können daher auch einzeln verwendet werden. Jede hat 4 Achsen, zu zwei Paaren vereinigt, dabei ist jedoch ein einheitlicher, fester und starker Lokomotivrahmen geschaffen, der auf 4 Punkten aufruht, nämlich auf 4 halbelliptischen Federn, deren Enden jeweilen auf den Achsbüchsen eines Achsenpaares sitzen. Der aufgebaute Kasten ist rechteckig, mit Wänden rings in ganzer Höhe, ohne jede Abdachung oder Abschrägung gegen Luftwiderstand, da nur geringe Geschwindigkeiten in Betracht kommen. Das Führerhaus nimmt die ganze Grundfläche des Rahmens ein, hat Durchgangstüren auf den Stirnseiten und Eingangstüren in der Mitte der Längsseiten, sowie ringsum Fenster. Es enthält zwei komplet ausgerüstete Führerstände, je an der Stirnwand „rechts vorne", ganz am äussersten Ende der Lokomotive. Die Skizze zweier gekuppelter solcher Einheiten auf Tafel 22 wird das Ganze und die Plazierung der im Kasten untergebrachten Einrichtungen erklären. Ferner zeigt die Abbildung 108 zwei vollständige solcher Einheiten und Fig. 109 das Innere des Führerhauses. Dieser lässt der Mannschaft bemerkenswert bequem Raum und Sicht nach allen Seiten.

Jede Achse hat ihren *Motor,* welcher mittels der gewöhnlichen einfachen Zahnradübersetzung darauf arbeitet und mit der üblichen, elastischen „Nasenaufhängung" montiert ist. Motoren 4polig, mit natürlicher Kühlung.

Die *elektrische Ausrüstung* dieser Lokomotiven enthält pro Teileinheit: 4 Serie-Motoren von je 200 HP, zusammen also 800 HP normaler (stündiger) Leistung bei 625 V. Das Triebwerk übersetzt mit den Zähnezahlen 19 : 81. Die Motoren sind für 38,6 km/h Maximalgeschwindigkeit der leeren Lokomotive gebaut. Es ist Serie-Parallelschaltung von 4 bis 1 Motor in Serie (d. h. zuletzt alle 4 parallelgeschaltet) eingerichtet.

Die *Steuerung* ist hier keine direkte, sondern die Vielfachsteuerung der General Electric Co., direkt mit den 625 V rein elektrisch betätigt. Zum Unterschied von den älteren Lokomotiven führen daher die Steuerschalter hier nur geringen Strom, sind daher klein und dauerhaft. Die Arbeitsstromschützen sind an den Längswänden im Innern des Führerhauses untergebracht, vom Führer leicht zu übersehen und zu revidieren, ebenso die Widerstände, wie überhaupt die ganze elektrische Ausrüstung mit Ausnahme der Motoren durchweg im Wagenkasten *über* dem Boden sich befindet. In der Mitte des Führerhauses ein Elektromotor, gekuppelt mit dem Luftkompressor für die Bremse.

*Bremse:* Die Westinghouse'sche automatische; dazu Luftdruck-Sandstreuapparat.

*Signale:* Schwingende Glocke, Luftpfeife und Stirnlichter mit Glühlampen.

*Beleuchtung:* Elektrisch.

*Heizung* durch einen Kohlenofen.

Die *Hauptdaten* dieser neueren Lokomotiven sind:

Pro „Lokomotive" *zu zwei Einheiten:*

| | |
|---|---|
| Achsenzahl = Triebachsenzahl . . . . . . . . . . . . $2 \times 4 =$ | 8 |
| Totalgewicht = Adhäsionsgewicht . . . . . . . . . . $2 \times 80$ t = | 160 t |
| Achsendruck somit . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 20 t |
| Vom Lieferanten garantierte, bei Adhäsion = $\frac{1}{6}$ rechnungsmässig verfügbare Zugkraft . . . . . . . . . . . . . . | 26 600 kg |
| Erreichte normale Zugkraft bei voller Geschwindigkeit (16 km/h) . | 31 700 kg |
| Erreichte normale Zugkraft beim Anfahren . . . . . . . . . | 36 300 kg |

| | |
|---|---|
| Anzahl der Triebmotoren | $2 \times 4 = 8$ |
| Normale (1stündige) Leistung | $2 \times 4 \times 200 = 1600$ HP |
| Länge über Stossbalken | $2 \times 8{,}90$ m $= 17{,}87$ m |
| Grösste Breite (ohne Kontaktschuh) | 2,88 m |
| Grösste Höhe | 4,16 m |
| Totaler Radstand | 13,32 m |
| Pro *eine* Teil-Einheit: | |
| Totaler Radstand | 4,44 m |
| Durchmesser der Triebräder | 1,050 m |

Diese neueren Lokomotiven sind, nachdem die älteren nach und nach für die Personenzüge bestimmt wurden, besonders für den Güterzugdienst gebaut worden. Sie fördern (d. h. die „Lokomotive" aus 2 Einheiten) Güterzüge bis 1500 t, diese mit einer Geschwindigkeit von 16 km/h über die 15 ‰ der Tunnelsteigung. (Es können aber auch Züge bis zu 3000 t auf der Ebene angezogen werden.) Die Züge sind indessen meist leichter und werden dann entsprechend rascher befördert, gewöhnlich mit etwa 19 km/h. Die Leergeschwindigkeit der Lokomotiven und ihrer Einheiten ist 38,6 km/h auf der Ebene.

### 4. Anlagekosten.

Es mag interessieren, dass eine der älteren Lokomotiven 40000 Dollars, zwei Einheiten der neueren dagegen zusammen 35000 Dollars gekostet haben sollen.

## C. Betrieb.

### 1. Verkehr.

Zu der täglichen Beförderung von 25 Personenzügen und 25 Güterzügen in jeder Richtung ist zu bemerken, dass in der einen Richtung, im Gefälle, die elektrischen Lokomotiven in der Regel nicht angespannt werden, sondern leer zurück fahren. Es fährt nur Ein Zug zu gleicher Zeit mit elektrischer Traktion, d. h. bergauf.

Das mittlere Gewicht der Personen- und Schnellzüge, die meist ziemlich gleich sind, beträgt zirka 800 t, das der Güterzüge schwankt gewöhnlich von 1000 bis 1500 t.

Geschwindigkeiten, wie angegeben, für die erstern Züge im allgemeinen 32 bis 48 km/h, für die letztern zirka 16-19 km/h effektiv maximal.

Normal wurden bisher laut einer Druckschrift des Herrn W. D. Young, Chef-Elektro-Ingenieurs der Bahn, herausgegeben für den internationalen Eisenbahnenkongress 1905, täglich zirka 480 Lokomotivkilometer zurückgelegt. Die elektrischen Lokomotiven befahren nämlich, wie wir auch selbst beobachten konnten, nicht immer die ganze Bergstrecke, was damit übereinstimmt, dass die $2 \times (25 + 25)$fache Befahrung der 6,4 km zusammen 640 Lokomotivkilometer per Tag ergeben würde. Die Fahrleistung von 480 km verteilt sich im allgemeinen auf zwei stets im Dienst der Durchfahrten stehende Einheiten, eine ältere und eine neuere, sodass die Verwaltung die tägliche Fahrstrecke „pro Lokomotive" zu 240 km angibt. Auf die fünf zur Verfügung stehenden kompletten Lokomotiven (3 alte und 2 neue) würden sich im Mittel nur 96 km per Tag ergeben; es wird aber dazu noch Güterrangierdienst geleistet und gelegentlich sind es auch mehr Güterzüge. Im letzten Jahre machten daher laut mündlicher Mitteilung des Oberingenieurs die fünf Lokomotiven zusammen monatlich 22500 km, also jede jährlich zirka 54000 km oder täglich zirka 148 km.

**2. Arbeitsbedarf, Effekte und Wirkungsgrade.**

Der genannten Druckschrift des Oberingenieurs ist zu entnehmen, dass der *Energieverbrauch,* an den Lokomotiven gemessen, betrage: zirka 105 bis 155 KWh per Frachtzugkilometer, bei 1000 t, oder also zirka 105 bis 155 Wh per t-km brutto; ferner zirka 100 KWh per Personenzugkilometer, bei 800 t, oder hierfür zirka 125 Wh per t-km brutto. Dabei handelt es sich also um Beförderung fast ausschliesslich auf Steigungen bis zu 15 ‰.

Über die *Leistungen* gibt folgendes einige Anhaltspunkte: Für einen „mittleren Zug bei mittlerer Geschwindigkeit" sollen nach der genannten Schrift beansprucht werden, gemessen an der Lokomotive: 1000 KW für einen Frachtzug, 650 KW für einen Personenzug, was beim mittleren Gewichte von zirka 800 t der letztern und zirka 1250 t der ersteren für beide Fälle ungefähr 0,8 KW pro Bruttotonne ergäbe; dies ist indessen nicht ganz erklärlich, da die ersteren Züge schneller fahren.

Auf den mitgemachten Fahrten konnten wir ersehen, dass in gleichmässiger Fahrt auf der Steigung mit 32 km/h ein 700 t-Personenzug zirka 500 A bei 620 V = ungefähr 310 KW brauchte. Für die *Beschleunigung* wurde längere Zeit 700 A × 620 V = 420 KW und beim ersten Anfahrmoment 1000 A × 600 V = 600 KW gebraucht, wobei sehr sorgfältig angefahren wurde. Nach Mitteilung des Depotchefs und des Führers werden beim Anfahren gewöhnlich maximal 1500 A × 600 V = 900 KW, ausnahmsweise aber auch 2000 A × 600 V = 1200 KW gebraucht. 1200 bis 1300 KW dürfte also die Maximalleistung pro Personenzug sein, gemessen an der Lokomotive, oder zirka 1400 bis 1500 KW ab Kraftwerk. Die Güterzüge werden ebenfalls mit etwa 2000 bis 2200 A maximal beschleunigt, d. h. mit 1200 bis 1300 KW an der Lokomotive oder 1400 bis 1600 KW ab Kraftwerk. Der Maximalstrom von 2200 A wurde auch gebraucht (aber nicht überschritten), um mit einer der alten Lokomotiven im oben erwähnten Versuch einen 1900 t-Zug anzuziehen, sowie mit einer der neuen Maschinen einen 3000-t Zug.

In der Kraftstation sind im allgemeinen drei Generatoren im Betrieb, welche zusammen normal 3 × 714 = zirka 2100 A oder also (bei 600 V) etwa 1300 KW leisten, wobei, wie bereits bemerkt, gewöhnlich nur Ein Zug gleichzeitig mit Strom fährt.

Nach der Angabe mehrerwähnter Druckschrift betrüge dagegen die *mittlere* Leistung, gemessen auf der Lokomotive, ungefähr 650 KW für einen Personenzug, und ungefähr 1000 KW für einen Frachtzug, sodass für einen einzelnen Zug während dessen Fahrzeit das Verhältnis der mittleren zur maximalen Leistung ungefähr 1 : 2, bei den Güterzügen (wegen geringerer Beschleunigung) ungefähr 1 : 1,3 wäre; für die Gesamtausrüstung der (24 Stunden im Betrieb befindlichen) Kraftstation würde dieses Verhältnis selbstverständlich viel grösser.

Der *Spannungsverlust der Leitung* scheint nach Beobachtungen im allgemeinen maximal etwa 15 % zu betragen; nach Angabe der Druckschrift wäre er za. 10 %. Von diesen sollen $^3/_4$ auf die dritte Schiene, $^1/_4$ auf die Rückleitung entfallen.

Über den *Stromverlust der dritten Schiene* durch mangelhafte Isolation wurde uns angegeben, derselbe sei „praktisch null"; in jener Arbeit gibt ihn Herr Oberingenieur Young für schlechtes Wetter zu 2—2,5 Amp. per Meile dritter Schiene bezw. Geleise an; er betrüge somit hier im ganzen (für 2×4 miles) za. 16—20 Amp. oder 11—14 KW, d. h. von den etwa 1400—1600 KW Maximalleistung ab Maschinenstation rund 1 % maximal.

**3. Unterhalt, Reparaturen und Betriebsausgaben im allg.**

*Betriebskraft.* Nach der erwähnten Druckschrift betragen die Totalkosten der Energie ab Kraftstation 4 Rp. per Kilowattstunde, wovon das Brennmaterial bei dem niedrigen Kohlenpreise nur 1,75 Rp. ausmacht, dagegen die Arbeitslöhne 1,17 Rp. und das Wasser 0,17 Rp. Für Nebenausgaben, Verzinsung und Amortisation müssten demnach 1,83 Rp. eingerechnet sein. Der Betrag für Arbeitslöhne ist hoch, weil die Kraftstation wegen etwas älterer Einrichtung viele Leute erfordert, nämlich laut Angabe für alle Schichten zusammen 27 Mann (in 2 Schichten à 12 Stunden zu je 15 bezw. 12 Mann).

*Stromzuführungsanlage.* Für Revision, Unterhalt und gewöhnliche Reparaturen der dritten Schiene samt Speiseleitung, Isolatoren u. s. w. wird für die elektrifizierte Strecke von 6,4 km Länge mit 12,8 km Geleise und dritter Schiene 1 Mann ständig beschäftigt; für Hauptreparaturen werden je für kurze Zeit und selten 5 Mann herangezogen. Die totalen Reparatur-, Unterhalts- und Erneuerungs-Kosten dieser 12,8 km Drittschienen-Kontaktleitung sollen per Jahr etwa Fr. 15 000, d. i. per km za. Fr. 1180 kosten. Diese grossen Kosten rühren wohl z. T. davon her, dass mehrmals die sämtlichen Isolatoren gegen bessere anderen Systems ausgewechselt wurden.

*Lokomotiven.* Die älteren Lokomotiven ergaben sehr viele und teure Reparaturen wegen der *Gummipuffer,* welche die Triebkraft vom Anker auf die Radsätze übertragen. Es wurde uns mitgeteilt, dass ungefähr jeden Monat die sämtlichen Gummistücke jeder Lokomotive ersetzt werden müssen, so dass per Jahr und Lokomotive etwa 100 vollständige Gummigarnituren je eines Rades zu zirka 10 Fr. verbraucht werden. Ziemlich erhebliche Ersatz- und Reparaturkosten verursachten auch die Steuerapparate dieser Lokomotiven, weil deren Walzenkontakte die 2000 Amp. direkt führen müssen.

Bei den neueren Lokomotiven fallen die hohen Gummiauslagen ganz weg und das indirekte Steuersystem veranlasse fast gar keine Reparaturen, weder der Steuerapparate noch der Arbeitsstromschützen. Auch der Umstand, dass der Betätigungsstrom der Steuerung mit 625 bis 700 V arbeitet, habe gar nicht zu besonderen Reparaturen Anlass gegeben. Die neuen Maschinen haben allerdings die Abnützung der Zahnkolben des Getriebes; diese sollen aber 2 Jahre und mehr, d. h. über 100 000 km aushalten.

Die Motoren haben beim alten wie neuen System ganz unbedeutende Reparaturen ergeben; nur am Anfang kamen gelegentlich Durchschläge vor. Nach dortiger Erfahrung hielten die Ankerwicklungen über 10 Jahre, das wäre also über 1 Million km aus. Die Kollektoren müssen jeweilen nach 3—4 Jahren ersetzt werden.

An den Stromabnehmerschuhen wird der sich abschleifende „Überschuh" aus Stahl, der sehr einfach und billig ist, durchschnittlich alle 2 Monate ersetzt, der vertikale Messingträger dieses Überschuhs ungefähr alle Jahre 1 mal.

Revision und laufende Reparaturen der Lokomotiven sollen nach Angaben des Depotchefs per Jahr in letzter Zeit kosten:

Für die älteren Lokomotiven 780 Dollars oder rund 4000 Franken,
für die neueren . . . . . 540 Dollars oder rund 2800 Franken.

Dies wäre von den Anlagekosten bei den erstern za. 2%, bei den letztern za. $1^1/_2$ % per Jahr. Mit einem mittleren Laufe von 55 000 km per Lokomotive und Jahr gerechnet, wäre dies für die erstern za. 7,3 und für die letztern zirka 5,1 Rp. per Lokomotivkilometer. Anderseits findet sich in jener Druckschrift des Oberingenieurs für die Kosten über eine längere, frühere Periode die Angabe,

dass die gesamte „maintenance“, worin also wohl Hauptreparaturen, Erneuerungen und früher vorgenommene Änderungen inbegriffen sind, durchschnittlich „10 cents per loco-mile“, oder also za. 31 Rp. per Lokomotivkilometer ausgemacht habe, und von demselben Herrn erhielten wir persönlich die entsprechende Zahl für die neuere Zeit zu 21,7 Rp. per Lokomotivmeile angegeben, was etwa 6—7 % der Anlagekosten ausmachen würde. Diese Zahl scheint, auch mit Einrechnung der Hauptreparaturen, Änderungen und Erneuerungen u. s. w., allgemein gegenüber den vorigen unverständlich hoch zu liegen; es scheinen darin noch andere Beträge, wahrscheinlich Unkosten und Abschreibungen, mit inbegriffen zu sein. Von Interesse ist die Zahl immerhin insofern, als uns gleichzeitig die *analog* (wie die vorigen 21,7 Rp.) *berechneten* „costs of maintenance“ der *Dampflokomotiven* der Gesellschaft, die durchschnittlich schwerer sind, zu 24,8 Rp. per Lokomotivkm. angegeben wurden. (Der elektrische Betrieb macht nur einen verschwindenden Teil im Gesamtbetrieb der Lokomotiven dieser Gesellschaft aus.) Nach, in gleicher Weise erhaltenen Angaben sollen die Kosten für *Schmier- und Putzmaterial* bei den elektrischen Lokomotiven 0,31 Rp., bei den Dampflokomotiven 9,3 Rp. per Lokomotivkilometer betragen.

*Personal.* Die Lokomotiven werden von je 2 Mann bedient; dies trifft auch für die zusammengesetzten *neuen* Lokomotiven zu. Man hält dies für notwendig nicht wegen der eigentlichen Bedienung der Lokomotive, die für beide Teil-Einheiten durch einen Mann an der Spitze geschieht, sondern wegen grösserer Sicherheit zufolge besserer Beobachtung der Strecke und der Strecken-Signale, sowie wegen allfälligem Unwohlwerden eines Führers.

Die Löhnung des gesamten Zugspersonals soll per Zugskilometer 24,8 Rp. kosten.

## D. Allgemeine Beurteilung.

In diesem schwersten elektrischen Lokomotivbetrieb, der über eine so lange Zeit besteht, hat sich in den 11 Jahren erwiesen, dass diese Traktionsart die hier gestellten Anforderungen erfüllt. Dabei handelt es sich um regelmässige Beförderung der schwersten Personen- und Güterzüge, die überhaupt irgendwo vorkommen, und die mehrere Male schwerer sind als bei uns.

Für die in Betracht kommenden grossen, dem Zuge zuzuführenden Leistungen von bis etwa 1600 KW hat sich die dritte Schiene bewährt, während die Stromzuführung durch einen starken, über dem Geleise aufgehängten Leiter für diese Ströme bis 2200 Amp. sich als durchaus untauglich erwies.

Die Isolation der dritten Schiene ist praktisch perfekt. Unfälle durch die dritte Schiene sollen noch gar keine zu verzeichnen gewesen sein, was dem sehr weitgehend durchgeführten Schienenschutz und dem guten Abschluss der ganzen Bahn, vielleicht z. T. auch der relativ geringen Ausdehnung von Rangiergeleisen zugeschrieben werden mag. Betriebsstörungen durch Reif- und Eisbildung auf der dritten Schiene sind nicht zu verzeichnen; man kommt mit dem Aufträufeln von Calciumchlorid zur Verhütung des Eises aus; Eiskratzer sind keine im Gebrauch. Baltimore liegt allerdings ziemlich südlich, doch ist der Winter nicht minder hart als z. B. in der Schweizer Hochebene.

Die Lokomotiven geben nicht mehr Anlass zu Betriebsstörungen als Dampflokomotiven; ihre Motoren, Kollektoren, Ankerwicklungen, Zahnkolben haben sich sogar ausgezeichnet gehalten.

Viele Reparaturen und damit die Notwendigkeit starker Reserve hat verursacht die Antriebsvorrichtung von den Motoren auf die Achsen mittels elastischer Aufhängung und Gummipuffern an den alten Lokomotiven; hier sind die Unterhaltskosten hoch und diese Konstruktion hat sich nicht bewährt. Auch die Reparaturen an den Apparaten für direkte Steuerung der notwendigen starken Ströme sind gross; die Abnahme der letzteren verursachte Schwierigkeiten. Die Unterteilung der älteren Lokomotiven in 2 durch eine Zentralkupplung verbundenen Hälften erwies sich ebenfalls nicht als gut; der Gang der Lokomotive ist selbst bei den angewandten geringen Geschwindigkeiten ein sehr unruhiger. Alle diese Mängel der alten Lokomotiven sind immerhin nicht derart, dass sie den Dienst wesentlich störten, denn diese Maschinen sind nach mehr als 11 Jahren immer noch im regelmässigen Betrieb, für den Dienst unentbehrlich!

Die angeführten Nachteile sind bei den ebenfalls schon 3 Jahre im Dienst stehenden neueren Lokomotiven nicht mehr vorhanden; ihr Gang ist ein viel ruhigerer, der feste Zusammenbau von 4 Achsen pro Einheit bewährt sich, ebenso der Zahnradantrieb dieser grossen Motoren, besonders aber die Verwendung der Vielfachsteuerung zur Vermeidung der Mängel eines direkten Steuerapparats für sehr starke Ströme; die Arbeitsstromschützen haben wenig Abnützung und die Verwendung von 700 V für die Steuerungsbetätigung zeigte keinerlei Nachteile.

Der Vielfachsteuerung der Lokomotiven und ihrer daherigen Kupplungsfähigkeit, immer bei Bedienung durch nur Ein Personal, wird seitens der dortigen Bahningenieure grosser praktischer Wert beigemessen, besonders wegen der Anpassung an jegliches Zugsgewicht. Auch der allgemeine Bau dieser neueren Maschinen wurde von den Bahnorganen bewährt befunden, derart, dass neubestellte Maschinen genau gleich ausgeführt werden. Bei dieser Bahn, bei der jahrelange Gelegenheit zum Vergleiche war, zieht man die zwei einander diagonal gegenüber, unmittelbar an den Enden der Lokomotive gelegenen Führerstände der neueren Lokomotiven dem Einen, zentral gelegenen der älteren weitaus vor: Die Handhabung sei wesentlich bequemer und die Übersicht über die Strecke viel besser. Die definitiv angewandte Form des Stromabnehmers soll ganz sichere Stromzufuhr ohne wesentliche Lichtbogenbildung, und der Ersatz der abgenützten Teile keine nennenswerten Kosten ergeben.

Dieser ganze, langjährige Betrieb, der mit sehr geringen Erfahrungen und mit Lokomotiven begonnen wurde, die zur Zeit ihres Baues ein kühnes Unternehmen waren, heute aber weit überholt sind, hat keine Erscheinungen gezeigt, welche solchen elektrischen Betrieb schwerster Art als weniger sicher denn Dampfbetrieb erscheinen liessen. Wenn auch ferner eine sichere Ausscheidung der Kostendifferenzen leider nicht möglich ist, so scheinen doch trotz teilweise ungeeigneter, alter Konstruktionen die Kosten geringer zu sein als beim früheren Dampfbetrieb, und die Beobachtungen an den neueren Fahrmitteln und an den bewährten Teilen der alten zeigen, dass keinerlei Überraschungen durch unvorgesehen hohe Unterhaltskosten bei derartig schwerer elektrischer Traktion zu erwarten sind, dass gegenteils die elektrischen Bestandteile den theoretisch zu erwartenden billigeren Unterhalt wirklich ergeben werden.

# New York Central und Hudson River R. R.

*Vollbahn. Gleichstrom, dritte Schiene.*

## Einleitung.

Diese Bahngesellschaft, eine der grössten Nordamerikas, kam, namentlich zufolge der Verhältnisse an ihrem Endpunkte New York, vor mehreren Jahren zum Entschlusse, den elektrischen Betrieb an Stelle des Dampfbetriebs in grossem Masstabe zu studieren. Sie setzte eine „Electric traction commission" ein, welche bestand aus den Herren: Wilgus, Vizepräsident der Gesellschaft; John F. Deems, general superintendent of motive power („Obermaschinenmeister"); Bion J. Arnold, Expertingenieur in Chicago; Frank J. Sprague, und George Gibbs, bekannten Elektro-Ingenieuren. Als Sekretär und Mitarbeiter funktionierte Herr Edw. B. Katte, electrical engineer der Gesellschaft. Diese Kommission, welche die ganze Frage gründlich studierte, fand für den in Frage kommenden, später zu beschreibenden Dienst den Lokomotivbetrieb für notwendig und stellte ein Programm für eine ***Lokomotivkonstruktion*** auf, die alles bisher geleistete zu übertreffen hatte. Dabei schrieb das Programm zunächst kein bestimmtes Stromsystem vor. Dieses Programm führte zur Konstruktion der bekannten ‹***Lokomotive No. 6000***›, erbaut von der General Electric Co. und den American Lokomotive Works Schenectady, eingerichtet für Gleichstrom und dritte Schiene.

Die Gesellschaft beschloss weiter, eine besondere ***Versuchslinie*** herzustellen, in welcher diese Konstruktion fortdauernden und jahrelangen Versuchen unterzogen werden sollte, bevor man ein System definitiv adoptierte. Auf dieser Versuchslinie fanden mit der genannten Lokomotive seit 1904 fortdauernd Probefahrten statt. Im Verlauf derselben wurde dann das versuchte System endgültig angenommen; es begann der Bau der bezüglichen festen Anlagen und des neuen Rollmaterials für den Betrieb.

Es sollen nun zunächst die Versuchsanlagen und die damit erzielten Resultate beschrieben werden.

# Die Versuchsanlage der N. Y. C. und H. R. R.

*Gleichstrom, dritte Schiene.*

### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

Die Versuchsstrecke, zirka 9½ km lang, bildet einen Teil des vorhanden gewesenen 4. Geleises der von New York nach Norden gehenden grossen Hauptlinie der N. Y. C. in der Nähe von Schenectady, zwischen dieser Stadt und Hoffmanns. Sie ist ziemlich gerade und eben, steigt zunächst zirka 5 km zumeist mit 1,3, teilweise mit 1,1 und 0,7 ‰, dann je etwa ½ km mit 2, 0, 3,2 und 1,4 ‰, und fällt dann zirka 1½ km weit mit 1,2, später noch mit 3,5 ‰. Es kommen 7 leichte Kurven mit Radien etwa zwischen 1000 und 2000 m vor. Der Unterbau ist derart, dass darauf mit Geschwindigkeiten von etwa 110 bis 130 km/h soll gefahren werden können.

*Oberbau:* Schienen in der Länge von 9,15 und 10,58 m, mit Gewichten von 40 und 45 kg/m. Doppellaschen von 915 mm Länge zu 6 Bolzen; Abstand der Bolzen = 144 mm. Stösse, wie landesüblich, versetzt. Schwellen aus Gelbkieferholz; je 22 Stück pro Schiene von 10,58 m und je 16 Stück pro Schiene von 9,15 m. Die Schienen sind auf die Schwellen genagelt und mit Richtsupports gegen seitliche Verschiebung festgehalten. Das Schotterbett besteht aus Flusskies.

## 2. Elektrische Einrichtungen.

*Kraftwerk.* Die stromliefernde Anlage befindet sich bei Wyatts Crossing in ungefähr 1/3 der Länge der Bahn, unmittelbar an derselben. Es ist ein Umformerwerk mit einem einankrigen Umformer von Drehstrom auf Gleichstrom von 1500 KW Normalleistung, der für kurze Zeit beinahe das Doppelte leisten kann. Er empfängt den Drehstrom von 3 Einphasen-Transformatoren, die ihn ihrerseits unter 11 000 V und 25 Perioden von einem Curtis-Dampfturbogenerator von 2 000 KW Normalleistung, aufgestellt im Kraftwerk der Fabriken der G. E. Co. in Schenectady auf ungefähr 8 km Distanz, erhalten. Anlassen des Umformers in der von der G. E. Co. meist ausgeführten Weise als Asynchronmotor, unter Schaltung der Transformatoren auf 1/3, dann 2/3, dann 3/3 der normalen Spannung. Antrieb der Ölschalter der Hochspannung und der, durch ihre Grösse und Bauart sehr bemerkenswerten Speiseleitungsschalter im Gleichstrom (beide als selbsttätige Maximalschalter ausgebildet) mittels besonderer Hülfsmotoren.

Die Anlage ist sehr einfach, und, wie man erkennen wird, für das zu Leistende sehr knapp gehalten; sie repräsentiert somit für das Funktionieren der Fahrzeuge erschwerende Umstände.

Die *Stromzuführungsanlage* ist mit dritter Schiene für 600 V, teilweise auch mit Oberleitung ausgeführt.

*Dritte Schiene.* Anfänglich wurde eine ähnliche Konstruktion angewendet wie auf der New Yorker Hochbahn (siehe dort), mit Bestreichung durch den Schuh von oben. Diese Schiene, aus weichem Stahl, hatte 35 kg/m Gewicht, und da ihr Querschnitt für die Stromführung zu gering, wurden ihr entlang starke Kupferkabel gezogen. Die Skizzen Nr. 2 und 3 auf Tafel 17 zeigen die ungefähre Form zweier Arten der Isolatoren und Schienenbefestigung, die früher verwendet wurden.

Hauptsächlich dem Studium des Vizepräsidenten der N. Y. C., Herrn J. Wilgus, im Verein mit dem Chefelektriker Herrn E. W. Katte und dem bekannten Ingenieur F. J. Sprague ist eine seither eingeführte, ganz neue Anordnung der dritten Schiene zu verdanken, bei welcher die Bestreichung durch den Schuh von *unten* geschieht. Die Vorteile, die man mit dieser Konstruktion erreichen wollte und auch erreicht hat, sind: Die Störung der Stromabnahme durch Bildung einer Kruste von Eis und Schnee auf der Kontaktfläche wird viel geringer; es ist ein viel besserer Schutz gegen zufällige Berührungen, namentlich auch bei Unterhaltungsarbeiten zu erzielen; die dritte Schiene wird vom Gewicht und Druck der Stromabnehmerschuhe entlastet und hat daher auch weniger Tragpunkte nötig; unterhalb der dritten Schiene ist ein grösserer Raum frei zur Reinigung des Geleises von Schnee, Laub u. s. w. (Dem letzteren steht allerdings gegenüber, dass der Kontaktschuh, wenn die Schneeentfernung nicht vollständig geschieht, sich auch schon bei geringeren Schneehöhen durch den Schnee durchzuarbeiten hat). Diese Konstruktion der dritten Schiene soll zufolge Verminderung der Zahl der Befestigungspunkte im übrigen auch eine wesentliche Verbilligung gegenüber

den früheren Konstruktionen gebracht haben. Masstäblich zeigen die Figuren 1 und 2 auf Tafel 20 die Anordnung dieser neuen dritten Schiene:

Auf verlängerten Schwellen sind gusseiserne, schwanenhalsförmige Träger aufgeschraubt. Diese halten zweiteilige Isolierstücke mittels letztere umfassender Schmiedeisenklammern, die in einer ringsumlaufenden Nute der Isolierstücke sitzen und in diese Rinnen tragend eingreifen. In dem, nach einer Vertikalebene geteilten Isolator, der sich dem Querschnitt der Schiene anschliesst, bleibt die letztere horizontal verschiebbar; sie ist nur je in grösseren Entfernungen verankert, und kann sich dazwischen bei Temperaturänderungen frei in den Isolatoren verschieben.

Die Schiene hat oben und unten gleichen Kopf, wiegt 38 kg/m und hat einen, zwischen dem 7- und 8-fachen desjenigen des Kupfers liegenden spezifischen Widerstand.

Der Schutz gegen Berührung besteht aus drei Leisten aus Kiefernholz, welche nur die untere Kontaktfläche der Schiene freilassen, wie die Figur 2 besonders zeigt. Kein mit der Schiene in leitender Verbindung stehender Metallteil ist so von aussen berührbar. Die Holzleisten sind mit Klammern auf die Schiene selbst befestigt. (Die Teilung der Leisten ist teilweise auch anders als in der Figur 2 vorgenommen.)

Die ganze Anlage macht den Eindruck einer bis in alle Einzelheiten durchdachten, zweckmässigen und soliden Konstruktion. Die Bilder 60, 61 und 62 zeigen diese Drittschienenleitung mit der Holzbekleidung in den zwei letzten Formen, mit *Isolatoren* aus Steingut und mit solchen aus „Reconstructed granite". Das letztere Material hat sich als mechanisch stärker und auch sehr gut isolierend ergeben und wurde beibehalten; vorher wurden auch Isolatoren aus mit Fasermaterial versetztem Gummi versucht.

*Schienenverbinder* wurden viele Sorten erprobt; Abbildung 7 zeigt die Kollektion dieser Verbinder nach einer uns von Herrn Ingenieur Currie zur Verfügung gestellten Photographie. Am besten bewährt haben sich auch hier wieder die Verbinder aus vielen dünnen Weichkupferlamellen mit aus einem Stück angepresstem festem Kopf und Zapfen am Ende. Für die dritte Schiene werden Verbinder von etwa 100 $mm^2$ Querschnitt verwendet, für die Fahrschiene solche von 50—80 $mm^2$.

Dabei sind sämtliche 8 Schienen der 4 Geleise als Rückleitung verwendet und mit Schienenverbindern versehen.

Die *Stromverluste* der dritten Schiene spielen nach der Meinung des genannten Betriebsingenieurs der Versuchsstrecke der N. Y. C. & H. R. R. im Betrieb keine wesentliche Rolle; sie betragen im Maximum bei schlechtem Wetter $15^1/_2$ Amp. oder za. 9,3 KW auf die $9^1/_2$ km lange Strecke mit zwei Geleisen und dritten Schienen, also za. 0,8 Amp. oder za. 0,5 KW pro km dritter Schiene. Dies entspräche somit einem Isolationswiderstand von etwa 750 Ohm pro km im Minimum bei schlechtem Wetter, der allerdings absolut genommen kein hoher ist; sein Wert wäre übrigens nach der Ansicht des Herrn Currie wesentlich nicht durch die Isolatoren der dritten Schiene bedingt, die viel besser isolieren, sondern durch die Querverbindungen von der einen zur andern dritten Schiene, die bei dieser Versuchsstrecke in einer mehr provisorischen und allerdings recht mangelhaften Weise isoliert wurden. Es sind Blankkupferkabel in, im Boden liegenden Eisenröhren, die mit Asphalt ausgegossen sind, ohne besondere Massregeln bei der Einführung. In der gleichen Weise sind auch die Speisekabel zugeführt. Die Art der Isolatoren selbst scheint in der Tat viel bessere Isolation zu ermöglichen. Ob ein solcher Stromverlust Bedeutung erlangt, hängt von Zugsfrequenz und Linienlänge ab. Bei der Versuchsanlage entspricht der Verlust im ganzen za. 0,4 %

der maximalen Leistung; bei wenig frequentem Verkehr wird er natürlich prozentual grösser.

*Die Störung der Stromabnahme von der dritten Schiene durch Schnee und Eis.* Hierüber sind auf der Versuchsstrecke nun während mehrerer Winter Erfahrungen gesammelt. Mr. Currie hält für offene Bahnstrecken die Bedeckung der Schiene von oben für nötig aber auch für alle Fälle genügend, sei es nun eine Bedeckung einer von oben bestrichenen Schiene durch ein Brett in gewisser Höhe darüber, oder sei es eine obere Umkleidung einer unten bestrichenen Schiene. Indessen wird die Anordnung einer oben umkleideten, unten bestrichenen Schiene für wirksamer angesehen einmal als Schutz gegen Glatteis und sodann gegen den Schnee besonders deshalb, weil der Schuh den Schnee hier wegschabt, worauf er wegfällt, während er bei oberer Bestreichung eher liegen bleibt und aufgepresst wird. Dies bestätigte der Winterbetrieb. Die Versuchsfahrten wurden auch während der gefürchteten, in Nordamerika bekanntlich viel heftiger als bei uns auftretenden Schnee- und Eisstürme durchgeführt und der Betrieb konnte mit dieser dritten Schiene dabei laut seitherigen Nachrichten stets störungslos durchgeführt werden. Insbesondere erwiesen sich die Befürchtungen, es möchte der unten bestreichende Schuh bei dichtem, gefrorenem Schnee darin grössere Hindernis finden, als unbegründet. Das Bild 113, welches die Lokomotive im Dienst unter derartigen Verhältnissen darstellt, entnehmen wir der Zeitschrift „Elektrische Bahnen und Betriebe“.

Diese Konstruktion der dritten Schiene stellt eine sehr befriedigende Lösung dieser Stromzuführungsart und wol die beste bisherige dar; durch sie ist die praktische Brauchbarkeit der dritten Schiene unter schwierigsten Verhältnissen bewiesen, ihre Gefahr für Personen auf ein Minimum reduziert.

*Schwere Oberleitung.* Um bei Niveauübergängen über breite Strassen, bei denen die Lokomotivschuhe die unterbrochene dritte Schiene nicht zu überbrücken vermögen, nicht einen Unterbruch der bedeutenden Stromstärken zu erhalten, wurde für solche Stellen eine starke Oberleitung ausgedacht und auch auf der Versuchsstrecke angewendet. Diese Art Stromabnahme sollte eventuell auch auf Hauptstationen mit stark verzweigten Geleiseanlagen angewendet werden.

Die Aufhängung der Oberleitung geschah mit nahe aneinander, seitlich des Bahnkörpers aufgestellten Holzmasten, welche mittels Auslegern, kurzen Querspanndrähten unter diesen und Hängeisolatoren an den letztern, genau in der für gewöhnliche Trolleydrähte landesüblichen Weise, eine horizontale Profileisenschiene über der Geleiseachse tragen. Die Tragvorrichtung ist lediglich verstärkt durch eine zweite, höher liegende Serie von Auslegerarmen, welche mittels schief hängender Stahldrähte die Leitungsschiene auch in Punkten zwischen den Masten tragen. Aus unserem Bild 63 ist die ganze Anlage bei einer Strassenkreuzung deutlich erkennbar, ebenso auf dem Bilde 112 mit dem anfahrenden Zuge. Diese Einrichtungen auf der Versuchsstrecke sehen noch etwas provisorisch aus; wie verlautete, soll diese Art Oberleitung nicht adoptiert worden sein.

## Die Gleichstromlokomotive Nr. 6000 der N. Y. C. und H. R. R.

Diese Maschine wurde für folgendes *Programm* konstruiert: Sie soll die Fahrt zwischen New York Grand Central Station und Croton (Distanz 34 Meilen) ohne anzuhalten, mit dem totalen Zugsgewicht von 442 t, in 44 Minuten machen,

entsprechend einer mittleren Geschwindigkeit von 75 km/h und dem Fahrplan des „Empire State Express". Zwei dieser Lokomotiven sollen gekuppelt die schwersten hier vorkommenden Züge von 889 t befördern; mit leichteren Zügen soll eine Maximalgeschwindigkeit von 60—65 miles/hour oder von zirka 96 bis 105 km/h erreicht werden. Dieses Programm wird übertroffen durch die Ausführung, deren ***Hauptdaten*** folgende sind:

Anzahl der Drehachsen: 4.
Anzahl der Laufachsen: 2.

| | | |
|---|---|---|
| Gewicht*) auf den Triebachsen | 67,5 | (71) t |
| auf den Laufachsen | 26,5 | (30) t |
| total | 94 | (101) t |

Radstand: Fester 3 × 1,32 = 3,96 m; totaler 8,23 m.
Länge: Total über Stossbalken 11,27 m, zwischen Puffern 12,00 m.
Grösste Breite: 3,05 m.
Höhe von Schienenoberkante bis Oberkante Dach: 4,27 m.
Durchmesser der Triebräder 1,12 m, Laufräder 0,90 m.
Achsen: Triebachsen-Durchmesser 212 mm; Triebachsenzapfen 178 mm Durchmesser und 356 mm Länge; Laufradzapfen 165 × 305 mm.
Tragfederabmessungen 870 × 12 mm; 11 Blätter 5 × 10 mm.
Elektromotoren: Anzahl × normale Leistung = 4 × 550 = 2200 HP. Typus: G. E. Co. - 84 - A, direkt auf Triebachsen.
Leistung der Lokomotive bei 600 V.: Normal 2200 HP, maximal 3000 HP,
Zugkraft am Haken: Normal 10 000 kg, maximal 15 400 kg, oder per t Lokomotivgewicht = (152) 164 kg.

Geschwindigkeit auf der Ebene, bei Versuchen erreicht: Mit einem Zug von 95 t (Lokomotive leer) 128—144 km/h; mit 460—500 t Totalgewicht samt Lokomotive 96 km/h.

Maximale Beschleunigung, auf der Ebene und in Steigungen bis einige ‰ bei Versuchen erreicht (jedoch zumeist bei zu geringen Spannungen):

| | Mit einem Zuge vom Totalgewicht inklusive Lokomotive | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 250 | 270 | 400 | 440 t |
| eine Beschleunigung von | 0,45 | 0,21 | 0,27 | 0,166 m/Sec.$^2$ |
| bei den Versuchen vom | Apr. 05 | 12. Nov. 04 | Apr. 05 | 12. Nov. 04 |

***Mechanische Anordnung der Lokomotive*** (Wirth): Die Repartition des Lokomotivgewichtes auf die Achsen geschieht bei No. 6000 vermittels halbelliptischer Längsfedern und Balance (Ausgleichshebel); die ganze Lokomotive hat drei Aufhängungspunkte. Das Gestell der hintern Laufachse ist dabei für die Aufnahme der seitlichen horizontalen Oscillationen eingerichtet. Diese Anordnung wird bei den neuen Ausführungen dieser Lokomotiven verlassen, weil sie bei hoher Geschwindigkeit einen unruhigen Gang der Lokomotive bewirkt. Auf Tafel 22 ist ein Schema zu ersehen, das zeigt, wie die neuen Lokomotiven der N. Y. C. & H. R. R. aufgehängt werden. Der unruhige Gang, den wir bei grossen Geschwindigkeiten an der Maschine No. 6000 auch selbst konstatiert haben, könnte wohl durch Anwendung von zwei Drehschemeln beseitigt werden; das würde jedoch den totalen Radstand verlängern. Eine zweite Skizze der Tafel 22 illustriert die Gewichtsverteilung auf Trieb- und Laufachsen und deren Radstände. Bemerkenswert ist der bedeutende Achsdruck von über 17 t auf die Triebachsen.

*) Die aus verschiedenen Quellen erhaltenen Angaben weichen etwas von einander ab.

*Die Motoren und deren Einbau.* Die Anker sind fest auf den Triebradachsen montiert. Dies ist aus der Schnittzeichnung 110 ersichtlich. Die Konstruktion will mit den Übersetzungsgetrieben auch deren Kraftverlust, Abnützung und totes Gewicht vermeiden, dazu eine grosse Leistung bei kleinem festem Radstand und gleichzeitig solide mechanische Bauart bringen.

Die 4 Motoren sind zweipolig, Polaxen horizontal.

In der Horizontalebene der 4 Triebachsen liegt in der Längsrichtung der Lokomotive die gemeinsame Axe aller Polpaare. Die Polstücke sind an den Enden der Lokomotive einzeln, in den 3 Zwischenräumen zwischen den Ankern paarweise an vertikale Querstücke des Lokomotivrahmens aus Stahl befestigt. Die kurzen Polstücke aus Stahlguss, mit schwalbenschwanzförmig eingesetzten Polschuhen aus Blechpaketen. Die Magnetbewicklung sitzt auf diesen Polstücken. Um nun das Spiel zwischen dem gefedert getragenen Untergestell (d. h. dem Magnetfeld) und den Ankern zuzulassen, vertieft sich die Ausbohrung sehr wenig in die Polschuhe und haben die Anker seitlich viel Spielraum: Ausserer Ankerdurchmesser = 736 mm, horizontale Entfernung zwischen den Polflächen im Maximum 775, im Minimum 744 mm, so dass der Luftspalt bei Zentrierung zirka 20 mm, bei grösster vertikaler Abweichung noch (minimal) etwa 4 mm beträgt. Die grösstmögliche Vertikalverschiebung soll 48 mm betragen. Wir haben selbst Bewegungen von etwa 20 mm bei sehr langsamer Bewegung des Fahrzeugs beobachtet. Es kann selbst bei Bruch einer Tragfeder keine Berührung zwischen Polschuh und Anker eintreten.

Diese Konstruktion ergibt ein sehr starkes und einfaches Gestell, in welchem dieselben Gewichte magnetischen wie Festigkeits-Zwecken dienen; sie ist auch für Reparaturen bequem, gestattet unter anderem das unmittelbare Herausfahren des Motorankers samt Radsatz, wobei lediglich einige Schutzbleche weggenommen zu werden brauchen. Wir konnten konstatieren, dass die Hauptteile für Reinigung und Reparatur äusserst leicht zugänglich und demontierbar sind.

Die besondere *magnetische* Eigentümlichkeit dieser Maschine ist die Anordnung des magnetischen Kreises der Motoren: Die Spulen auf den Polen, wie bemerkt so angeordnet dass sie gemeinsame geradlinige Axe haben, magnetisieren alle in demselben Sinne, so dass ein horizontal verlaufender magnetischer Flux alle Polstücke, Luftspälte und Anker nacheinander („in Serie") durchläuft. Der Flux fliesst dann vertikal durch 2 starke Stahl-Querbalken des Rahmens, welche die Endpolstücke tragen, und schliesst sich durch die seitlichen Längswände und eine über den Ankern liegende Bodenplatte des stählernen Lokomotivrahmens. Die an der letztern hängenden vertikalen Querwände, welche die Zwischenpole tragen, sind daher nur dünn, sie führen im allgemeinen keinen magnetischen Flux, höchstens bei Ungleichheiten. Versuche sollen nur geringen Ausgleichsflux darin gezeigt haben. Durch diese Anordnung soll den schädlichen Wirkungen der Ungleichheiten des Luftspaltes und der Raddurchmesser entgegengetreten und ein gleichmässiges Arbeiten der 4 Motoren erzielt werden.

Die *Polstücke* umfassen mit ihrer ganzen peripherischen Breite (wovon nur ein Teil cylindrisch ausgebohrt, die Ränder abgeschrägt zurücktreten) jedes za. $^1/_4$ des Ankerumfangs. Um bei dem grossen Luftspalt keine zu grossen Magnetisierungsverluste zu haben, ist viel Kupfer auf die Magnete gebracht. Die Magnetspulen sind auf Metallrahmen gewickelt.

Die *Anker* (Durchmesser 736 mm wie bemerkt) haben kaum $^1/_2$ m achsiale Eisenlänge des Kerns und tragen 35 nicht sehr breite Nuten (Zahnbreite erheblich grösser als Nutenbreite). 5 Spulen pro Nute, jede Spule in der für Bahnmotoren

üblichen Weise als für sich isoliertes und als Ganzes einlegbares Paket in Schablonenwicklung ausgeführt. Der Wahl der Ankerkonstruktion sollen eingehende Versuche mit verschiedenen Ausführungen vorangegangen sein, welche im Punkte der Verluste an Wirbelströmen in Kupfer und Eisen und an Hysteresis die bedeutende Überlegenheit einer Bauart mit Kabel- (statt Massivstab-) wicklung und eines Bronzefutters zwischen Ankereisen und Welle dargetan haben sollen. Ein kompleter Radsatz samt Anker soll za. 5 t wiegen.

Der Kollektor hat wohl über ½ m Durchmesser und über ⅓ m Länge; dabei 175 Lamellen. An Bürsten liegen in jeder der 2 Lagen 6 parallele auf, relativ sehr dünn und von je zirka 5 cm Breite. Die Bürstenhalter fanden wir beim einen Motorensatz am Achsenlager befestigt, also fest und konzentrisch zum Kollektor, beim andern Satz dagegen am Lokomotivrahmen, fest zum Feld, vertikal spielend gegenüber dem Kollektor.

Es ist bemerkenswert, dass Anker- und Magnetwicklung vollständig ungeschützt, in keiner Weise eingeschlossen sind; gelochte Messingbleche, quer über und unter dem Anker befestigt, schützen lediglich gegen gröbere mechanische Beschädigungen. Dagegen sind die Wicklungen aufs sorgfältigste wasserdicht ausgeführt.

Es drängt sich sofort die Frage nach der Bewährung dieser Bauart von fest auf dem Radsatz sitzenden, gegen Feld und eventuell Bürsten spielenden Anker auf. Bekanntlich wendete die G. E. Co. dieselbe auch bei der Londoner Untergrundbahn an, entfernte sie aber dort wieder. Man versicherte uns in Schenectady, es sei dies lediglich aus Gründen geschehen, welche in der unpassenden Konstruktion des rein mechanischen Teils der dort angewandten Drehgestelle gelegen habe, Gründe, die hier nicht auftreten könnten. Das gute Verhalten der Lokomotive 6000 und der zahlreichen seither nach diesem Typus gebauten Maschinen scheint dies zu bewahrheiten.

Bei unserem Besuche konnten wir an der Lokomotive Nr. 6000 beobachten, was die Ingenieure der N. Y. C. & H. R. R. uns mitteilten, dass nämlich die starre Verbindung des Ankers mit dem allen Stössen ausgesetzten Radsatz gar keine schädlichen Wirkungen zeigte und dass auch die gegenseitige Bewegung von Anker und Bürsten und Feld zu irgendwelchen Störungen, besonderen Abnützungen oder Zerstörungen offenbar nicht Anlass gegeben hatte. Die Lokomotive hatte damals etwa 30000 km Fahrt gemacht; an den Kollektoren war noch nichts berührt worden und die Kohlenbürsten waren noch die ersten. Besonders frappierte uns, dass auch derjenige Kollektor, dessen Bürstenträger am Felde, d. h. gegenüber dem Kollektor federnd befestigt war, sich tadellos und in der Fahrt praktisch funkenfrei zeigte. Man sagte uns, es solle, wegen bequemerer Demontierbarkeit, gerade diese Bürstenhalterbefestigung beibehalten werden.

Versuche, die mit den möglichen extremen Stellungen des Ankers gegenüber dem Felde gemacht worden seien, sollen die praktische Unabhängigkeit des Verhaltens, also besonders der Geschwindigkeitskurven der Motoren, von der Ankerlage ergeben haben, zufolge des grossen mittleren Luftspaltes natürlich.

Auch von Schädigungen der Anker oder Magnete durch Staub und Schmutzwasser konnten wir keine Spuren finden; nach bestimmter Versicherung der Bahningenieure sollen auch durchaus keine vorgekommen sein.

*Elektrische Steuerung.* Es ist schon für die einzelne Lokomotive das beschriebene Sprague'sche Vielfachsteuerungssystem der General Electric Co. angewendet, das dann auch die Steuerung zweier oder mehrerer gekuppelter Lokomotiven von einer beliebigen aus durch Einen Führer gestattet. Zur indirekten Steuerung führten hier schon die bedeutenden Stärken des Arbeitsstroms (bis zu 4500 Amp).

Der Hauptsteuerschalter bleibt dabei klein, handlich, und hat vor allem wenig Abnützung; die zahlreichen Drähte des Steuersystems, direkt durch die 600 V aber mit geringen Stromstärken betrieben, lassen sich sehr leicht unterbringen, während den Kontaktoren und Umkehrschaltern der nötige grosse Raum für eine reichliche Konstruktion ihrer selbst und für die Funkenlöschmagnete gewährt werden konnte. Die Steuerapparate sind so gebaut, dass sie mit 300 bis 750 V sicher funktionieren.

Es ist Serienparallelschaltung angewendet, derart, dass man schalten kann: a) vier Motoren in Reihe, b) je zwei parallel und die zwei Gruppen in Reihe, und c) alle vier parallel; ausserdem bei jeder dieser Stellungen: Vorschaltung 9 verschiedener Widerstandsstufen, sodass im Ganzen 30 Schaltlagen möglich sind. Damit wird die Lokomotive denn auch fähig, als *einheitlicher Typus für alle Zwecke* vom Rangierdienst mit 10 km/h und *Güterzugdienst* mit zirka 30 km/h bis zum *Schnellzugdienst* mit 120 km/h, mit leichten und schweren Zügen, rationell d. h. mit stets voller Leistung und in drei Geschwindigkeitsstufen mit bestem Wirkungsgrad zu arbeiten.

Der Hauptsteuerschalter, zufolge der vielen Schaltstellungen von ansehnlicher Grösse, enthält wie gewöhnlich Hauptschaltwalze und Umkehrwalze mit vertikaler Achse, jede mit besonderem Hebelgriff. Der eigentliche Fahrschalthebel ist zirka 60 cm lang und um zirka 75° drehbar, mit Klinke in Zähne einschnappend, um bequem eine rasche und genaue Einstellung zu ermöglichen. Die Steuerung ist ebenfalls mit „Strombeschränker“ versehen, von etwas anderer Ausführung als früher beschrieben: Ein Relais im Nebenschluss, bedient durch den *einen* der vier Ankerströme, bildet bei zu starkem Strom durch eine kleine elektromagnetische Bremse eine Verriegelung, sodass die Schaltwalze nicht weiter gedreht werden kann, bis der Strom wieder unter die erlaubte Grenze gesunken ist.

*Das Führerhaus.* Die Abbildungen 111 und 112 zeigen den ganzen Aufbau der Lokomotive. Ferner ist in der Figur links unten auf Tafel 22 die Grundriss-Anordnung des Führerhauses skizziert. Wie ersichtlich, nimmt das eigentliche Führerhaus als rechteckiger Kasten in voller Profilhöhe den grössten Teil der Mitte der Lokomotive ein. Es enthält an jeder Stirnseite je alle Bedienungsapparate: Hauptsteuerschalter, Handventile für die Luftbremse, Schalter und Ventil für den mit Druckluft betätigten Sandstreuer, Griffe der Druckluftpfeife und Ventil für Betätigung der üblichen schwingenden Alarmglocke, ferner Manometer, Strom- und Spannungszeiger. Die zwei Sitze des Führers sind je rechts vorn, in diagonal gegenüberliegenden Ecken des Führerhauses. Beidseitige Fenster an jeder Ecke gewähren freien Ausblick nach vorn und hinten. Dies ist dadurch erreicht, dass die seitlichen Partien des aufgebauten Kastens, welche sich, nach den Enden der Lokomotive zu, vor das eigentliche Führerhaus lagern, niedriger gehalten sind, sodass der Führer darüber hinwegsieht. Es war Absicht der Erbauer, ausser bequemer Apparatenanlage dem Führer durch die zentrale Lage des Hauses das Gefühl grösserer Sicherheit zu geben, ohne ihm den Vorteil der guten Übersicht zu nehmen, welche bei den anderen, neueren amerikanischen elektrischen Lokomotiven fast durchwegs durch Plazierung des Führers *ans Ende* der Lokomotive erreicht wird.

Die mittlere Partie der, dem inneren Führerhaus nach den Enden zu vorgelagerten Teile des aufgebauten Kastens bildet mannshohe *Durchgänge,* welche die Interkommunikation zu einer zweiten gekuppelten Lokomotive oder dem Zuge wahren. Links und rechts von diesen Gängen sind in den niedrigeren Teilen des Kastens die Kontaktoren (Stromschützen) und Umkehrschalter, sowie die Vorschalt-Widerstände untergebracht und durch den Führer leicht vom Gange aus

in ihrer Funktion beständig zu übersehen, ihm zugänglich und vor Verunreinigung geschützt. Die Widerstände sind in der landesüblichen Weise aus zickzackförmigen Elementen aus Gusseisen gebildet.

Im Führerhaus ist auch ein, durch einen Doppelmotor (2 in Reihe), elektrisch betriebener Luftkompressor angebracht, der minutlich 2 $m^3$ atmosphärische Luft komprimiert für Bremse, Sandstreuer und Signale; er wird in üblicher Weise durch selbsttätigen Schalter ein- und ausgeschaltet, wenn der Druck zirka 9 kg/$cm^2$ unterschreitet oder za. 10 kg/$cm^2$ überschreitet.

***Stromabnehmer.*** Für die normale Stromabnahme von der dritten Schiene dienen 4 Doppel-Schuhe an jeder Seite der Lokomotive. Es sind gusseiserne rechteckige Platten, drehbar um eine Achse parallel der Geleiseaxe. Je ein Paar ist mit seiner Drehachse in einem Gestell gelagert, das seinerseits mittels U-Eisen an den Achslagerbüchsen befestigt ist. Anfänglich wurden Schuhe verwendet, die durch eine Feder um die Drehachse nach abwärts auf die oben bestrichene dritte Schiene gedrückt wurden; mit der Wahl der von unten bestrichenen Schiene veränderte man die Konstruktion so, dass die Schuhe nunmehr von unten gegen die dritte Schiene drücken, jedoch auch im Stande sind, für die obere Bestreichung eingerichteten und dazu geeignet verlegten dritten Schiene der befreundeten und angeschlossenen Bahnen: Long Island R. R. und N. Y. Interborough Rapid Transit zu bestreichen, zufolge Federdrucks nach beiden Richtungen.

Unmittelbar über den Schuhen angebrachte Schmelzsicherungen in Büchsen schützen die Leitung beim Eintritt in die Lokomotive. Es sind die in Amerika für starke Ströme viel gebräuchlichen offenen Sicherungen aus breitem dünnem Kupferblechstreifen mit Loch in dessen Mitte.

Für Übergänge über breitere Strassen, bei welchen der Unterbruch der dritten Schiene durch die Schuhe nicht mehr überbrückt werden könnte, sind noch zwei ***Stromabnehmer für Oberleitung*** angebracht. Dieselben sollen eventuell auch die Anbringung von Oberleitung an Stelle dritter Schiene bei Bahnhöfen mit vielen Weichen gestatten. Diese Stromabnehmer sind auf den Bildern 111 und 112 einigermassen ersichtlich. Sie sind über Geleiseachse auf dem Dach des erhöhten Mittelganges angebracht, und ruhen auf Säulen, die durch Luftdruckvom Führerstand aus gehoben werden können. Eine kleine Pantograph-Federung drückt einen kräftigen, quer zur Geleiseachse stehenden kleinen Bügel an die Oberleitung. Wie man uns sagte, war die Annahme dieser Oberleitungsanordnung noch fraglich.

***Die Resultate von Probefahrten.*** Ausser den während der ganzen Versuchsjahre regelmässig und ständig ausgeführten Fahrten mit belastetem Zuge auf der Versuchsstrecke haben die Vertreter der Bahngesellschaft zu wiederholten Malen Probefahrten zu besonderen Zwecken mit genauen Messungen gemacht, über welche wir die nachfolgenden Angaben erhielten. Das, was wir selbst beobachten und über die Versuchsanordnungen und Messinstrumente sehen konnten, bestätigte uns, soweit ersichtlich, die Möglichkeit dieser Resultate; wir konnten uns von der Vollständigkeit und der zuverlässigen und guten Anordnung der Messeinrichtungen überzeugen. Im Führerhause der Nr. 6000 ist ein vollständiges Instrumentarium für die Messung von Strom, Spannung und Leistung der aufgenommenen elektr. Energie, sowie zur fortlaufenden graphischen Registrierung von Strom, Spannung, Umdrehungszahl und Zeit auf Registriertrommeln angebracht. Ein Uhrwerk konstanter Geschwindigkeit dreht diese Trommeln, eine genaue Uhr markiert aber überdies auf der Zeitachse jede fünfte Sekunde, und ein einfacher Kontaktapparat jede dritte Umdrehung einer Triebachse, sodass Zeiten und Geschwindigkeiten sehr genau aufgezeichnet werden und auch Beschleunigungen genau ermittelt werden können.

*Resultate der Versuchsfahrten*

| | Nr. 1 | Nr. 2 | Nr. 3 | Nr. 4 | Nr. 5 | Nr. 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zusammensetzung des Zuges: | 4 belastete Wagen | 8 belastete Wagen | 4 belastete Wagen | 8 belastete Wagen | 4 leichter belast. Wagen | 8 leichter belast. Wagen |
| Totalgewicht samt Lokomotive, t . . . . | 269 | 438 | 269 | 438 | 250 | 400 |
| Beschleunigung, maximale, m Sec² . . . | 0.21 | 0.17 | | 0.27 | 0.42 | 0.27 |
| Beschleunigung, mittlere während ganzer Perioden, m Sec² . . | 0.124 | 0.101 | 0.36 | 0.22 | 0.36 | 0.22 |
| Dauer der Beschleunigung bezw. Stromgabe, Sec. . . . . . . | 260 | 280 | 37.5 | 60 | 40 | 70 |
| Erreichte Geschwindigkeit, km h . . . | 116 | 102 | 47 | 47 | 52 | 56 |
| Maximale Stromstärke, Amp. . . . . . . . | 3000 | 3400 | 4200 | za. 3800 | za. 4000 | 3800 |
| Dabei maximale Spannung, V. . . . . . . | 350 | 320 | 460 | 500 | 450 | 550 |
| Mittlere Spannung, za. V. . . . . . . . | 600 | 550 | | 600 | 600 | 600 |
| Maximale aufgenommene Leistung, KW . | 1050 | 1080 | 1935 | za. 2100 | za. 1900 | 2100 |
| Zugkraft, maximale, kg | 5700 | 7600 | 14000 | 12200 | 11000 | 11000 |
| Zugkraft, mittlere, kg | 3400 | 4500 | 9800 | 9800 | 9200 | 9000 |
| Maximale Zugkraft in % des Adhäsionsgewichtes, % . . . . | 8 | 11 | 21 | 18 | 16 | 16 |

Die beiden Diagramme auf Tafel 23 stellen die Verhältnisse der Fahrten Nr. 1 und 2 dar, die oberen zwei Diagramme der Tafel 24 dagegen die Beschleunigungsversuche 4 und 5.

Zu diesen Resultaten ist folgendes zu bemerken:

Die Beispiele Nr. 1 und 2 datieren aus der ersten Zeit der Versuche, vom November 1904; Nr. 3—6 wurden nur als Beschleunigungsversuche ausgeführt und daher nicht weiter getrieben.

Bei sämtlichen 4 ersten Versuchen konnte die Leistung der Lokomotive nicht voll zur Geltung kommen, weil die Stromzuführungs- und Erzeugungsanlage — provisorische Anlagen — dazu ungenügend waren, sodass die Spannung, wie man sieht, auf nahezu die Hälfte des Sollwertes sank. Bei den Versuchen 3—6 konnte dies etwas verbessert werden. Wird die Spannung, wie es für die Lokomotive vorgesehen ist, auf 600 V gehalten, und nimmt die letztere dabei 4200 Amp. auf, eine Stromstärke, mit der sie ohne irgendwelche Beeinträchtigung der Sicherheit oder Dauerhaftigkeit der Motoren während der Beschleunigungszeit arbeiten kann, so wird sie noch entsprechend höhere Zugkräfte und Leistungen entwickeln als dies bei den Versuchen mit 3800 bis 4000 Amp. der Fall war.

Bei keinem der Versuche wurde die Geschwindigkeit so weit getrieben als die Lokomotive erlaubte, weil das Versuchsgeleise dazu zu kurz war; es musste die Stromzufuhr unterbrochen werden zu einer Zeit, da die Maschine noch ganz

wesentliche Beschleunigung ausübte. Auch schienen einige vorhandene Kurven nicht genügende Sicherheit für sehr schnelle Fahrt zu bieten, sodass bei den längeren Fahrten dort ohne Strom gefahren wurde. Versuche, welche sich über diese Gefahr hinwegsetzten und z. T. zu Geleiseverschiebungen führten, konnten immerhin erreichen:

| | | |
|---|---|---|
| Maximalgeschwindigkeit mit der Lokomotive mit 1 Anhängewagen | 126.4 | km h |
| „ „ „ „ „ allein . . . . . . | 128.3 | „ „ |
| „ „ „ „ „ bei anderen Versuchen | 136 | „ „ |
| Nach den Versuchen mit den Motoren könnten bei völlig geeigneten Geleisen mit der Lokomotive allein erreicht werden . | 144 | „ „ |

Im April 1905 wurden „Wettfahrten“ zwischen der *elektrischen Lokomotive* Nr. 6000 und einer *Dampflokomotive* der N. Y. C. & H. R. R., Pacific-Type Nr. 2797, ausgeführt. Dieselben litten zunächst ebenfalls darunter, dass die elektrische Lokomotive nicht die genügende Spannung zugeführt bekam. Bei einem späteren Versuche wurde möglichst in der Nähe der Umformerstation abgefahren. Dabei ergaben sich Anfahrkurven, wie sie das untere Diagramm auf Tafel 24 und die nachstehende Tabelle darstellt. Diese Versuche zeigen zur Evidenz die Überlegenheit dieser elektrischen Lokomotive gegenüber der dafür geeignetsten und grössten zur Verfügung stehenden Dampflokomotive für den Expressdienst.

*Ergebnisse der Wettfahrt zwischen der elektrischen Lokomotive No. 6000 und der Dampflokomotive No. 2797.*

| | Elektrischer Zug: | | Dampfzug: | |
|---|---|---|---|---|
| Anzahl der beförderten Wagen . . . . . | 6 | | 6 | |
| Gewicht der beförderten Wagen . . . . . | 280 t | | 232 t | |
| Gewicht der Lokomotive (samt Tender) . . | 91 t | | 155 t | |
| Gewicht des Zuges, total . . . . . . . . | 371 t | | 387 t | |
| Adhäsionsgewicht der Lokomotive . . . . | 65 t | | 64 t | |
| Gesamtlänge der Lokomotive (samt Tender) | 11,26 m | | 20,62 m | |
| Maximale Beschleunigung . . . . . . . . | 0,23 m/Sec.² | | 0,17 m/Sec.² | |
| Verlauf des Anfahrens: | | | | |
| Zeit nach dem Anfahren: | Geschwindigkeit: | Weg: | Geschwindigkeit: | Weg: |
| 40 Sek. | 30 km/h | 0,2 km | 24 km/h | 0,1 km |
| 80 „ | 60 „ | 0,6 „ | 44 „ | 0,5 „ |
| 120 „ | 77 „ | 1,4 „ | 58 „ | 1,1 „ |
| 160 „ | 87 „ | 2,3 „ | 65 „ | 1,8 „ |
| 200 „ | 91 „ | 3,3 „ | 81 „ | 2,6 „ |
| (230) „ | 92 „ | 3,8 „ | 84 „ | 3,1 „ |

*Beobachtungen bei eigenen Versuchsfahrten.* Wir hatten Gelegenheit, bei unserem Besuche einige Fahrten mit der leichteren Zugskomposition zu machen. Letztere bestand aus 4 Personenwagen, belastet durch Zementsäcke an Stelle der Passagiere, im Gesamtgewicht von 173 t, oder mit Inbegriff der Lokomotive 270 t Zugsgewicht. Wir befuhren damit die Versuchsstrecke mehrmals und erreichten regelmässig eine Geschwindigkeit von 116 km/h. Wir konnten dabei die Mess- und Registrier-Einrichtungen besichtigen, die Instrumente beobachten und uns überzeugen, dass die verschiedenen Grössen sich in den Werten bewegen, wie sie für die obigen ausführlichen Versuche angegeben sind.

Die Stromschützen („Kontaktoren“) funktionierten durchaus sicher und tadellos bei den angewandten starken Strömen von 2000—4000 Amp., sie erzeugen allerdings einen sehr starken Knall beim Ausschalten, der im Führerhause einem Pistolenschusse ähnlich klingt. An den Kollektoren konnten wir nur ausge-

zeichnetes Funktionieren beobachten, funkenlos auch bei Erschütterungen und Stromstärkewechsel. Der Zustand der Kollektoren war tadellos. Die Kohlenbürsten waren nach übereinstimmendem Zeugnis noch die ursprünglichen, vor za. 30000 km Fahrt eingesetzten. Das gute Verhalten auch bei den, gegenüber dem Kollektor nach Massgabe der Rahmenfederung beweglichen Bürsten erwähnten wir bereits.

Die Bedienung der Steuerung und aller Apparate fanden wir sehr bequem; der Führer besorgt alles vom Sitze aus. Die Lokomotive wird von zwei Mann bedient; der zweite hat jedoch mit Steuerung und Mechanismus nichts zu tun; er dient nur als Reserve für alle Fälle und kann während der Fahrt au dem Ausguck stehen. Herr Wirth sagt: „Ich habe konstatieren können, dass die Handhabung dieser praktisch eingerichteten Lokomotive auf der Strecke, beim Halten z. B. vor Semaphoren, beim Anfahren etc. ebenso leicht ist als diejenige einer Dampflokomotive; die Strecke aber kann besser überwacht werden, da der zweite Mann nicht viel anderes zu tun hat als nach vorn zu beobachten und die pneumatische Signalglocke zeitweise in Bewegung zu setzen.

Die starke Beschleunigung ist natürlich sehr bemerkbar, besonders im Vergleich zu den bei uns angewandten viel geringeren; die bei keiner Ausführung völlig vermeidliche, plötzliche Veränderung der Beschleunigung beim jeweiligen Umschalten von „Serie“ auf „parallel“, hervorgerufen durch die relativ grossen Änderungen der Zugkraft, ist stark fühlbar und würde es nach Herrn Wirth bei unseren viel schwächeren und sehr elastischen Kupplungen noch mehr sein.

Am wenigsten befriedigend schien uns die Ruhe des Gangs der Maschine, wobei allerdings die hohen Geschwindigkeiten in Betracht gezogen werden müssen. (Wirth:) Bei hohen Geschwindigkeiten tritt bei Lokomotive No. 6000 ein ziemlich starkes Schlingern ein, das offenbar durch Anwendung von Drehgestellen statt der Laufachsen beseitigt werden könnte. Wir erwähnten bereits, dass in der Aufhängung etwelche Änderung vorgesehen war.

### *Allgemeine Beurteilung der Lokomotive.*

Wir haben bei der Besichtigung im allgemeinen die Überzeugung gewonnen, dass die Lokomotive 6000 eine durchaus betriebstüchtige Lösung des für sie aufgestellten Programms sei, trotz der Einwände, die man a priori gegen die eine oder andere Einzelheit der Konstruktion vorbringen möchte. Sie übertrifft das Programm in mancher Beziehung, z. B. darin, dass sie einen Einheitstypus darstellt, der ebensowohl für schwerste Güterzüge mit kleiner Geschwindigkeit wie für entsprechend leichtere Schnellzüge mit grösster Geschwindigkeit seine volle Leistung rationell auszunutzen gestattet.

Maschine 6000 beweist, dass auch für das Gleichstrom-Niederspannungssystem mit 3. Schiene rationelle Lokomotiven gebaut werden können, welche die höchsten Leistungen erfüllen, die wir für unsere Verhältnisse je fordern müssten. Sie zeigt, dass die Aufnahme der entstehenden äusserst starken Ströme bei diesem System möglich und deren Steuerung mit dem indirekten Vielfachsystem ohne Schwierigkeit ausführbar ist. Sie zeigt ferner, dass die direkte und starre Aufbringung von Kollektorankern so grosser Motoren auf die Triebachsen bei sorgfältig studierten Verhältnissen anstandslos möglich ist.

Diese Lokomotive ist sodann ein sehr sprechendes Beispiel für die Vorzüge der elektrischen gegenüber der Dampflokomotive mit Bezug auf Gewicht und Adhäsion. Hr. Wirth sagt darüber: „Bemerkenswert ist, dass die schwerste Schnellzugs-Dampflokomotive derselben Bahngesellschaft (Bauart „Atlantic“) samt

Tender ein Totalgewicht von 150 Tonnen und ein Adhäsionsgewicht (auf zwei Triebachsen) von 47 Tonnen, diese elektrische Lokomotive dagegen bei einem Totalgewicht von 96,5 Tonnen ein Adhäsionsgewicht von 69 Tonnen auf 4 Triebachsen aufweist. Bei Annahme eines Adhäsionskoeffizienten von 1/6,5 wiegt die elektrische Lokomotive 9,1 kg, die Dampflokomotive 20,7 kg für 1 kg Zugkraft. Das Totalgewicht der Dampflokomotive ist um zirka 55 % höher als dasjenige der elektrischen Lokomotive, ihr Adhäsionsgewicht dagegen za. 32 % kleiner als dasjenige der letzteren. Dazu muss noch bemerkt werden, dass die Maximalgeschwindigkeit einer Dampflokomotive des Atlantictypus auf za. 145 km/h, diejenige der elektrischen Lokomotive auf vielleicht 125 km/h taxiert werden kann, nach den Motorversuchen allerdings beinahe wie die der „Atlantic". Wollte man unter ersterer Voraussetzung der elektrischen Lokomotive die gleiche Maximalgeschwindigkeit wie der Atlanticlokomotive geben, so müsste vielleicht die Achszahl durch Einrichtung von Drehschemeln erhöht werden, wodurch sich die angegebenen günstigen Verhältnisse etwas verschlechtern würden, aber trotzdem noch viel günstiger als diejenigen der Dampflokomotive blieben."

Sehr wichtig ist, dass dieser Lokomotivtypus die genannten Eigenschaften nicht bloss bei vorübergehenden Proben und als Versuchsmaschine zeigte. Denn es kommt der fortwährende und lang andauernde Versuchsbetrieb unter den Verhältnissen des normalen Dienstes dem letzteren gleich. Zur Besuchszeit hatte No. 6000 etwa 30000 km abgelaufen, im Juni 1906 etwa 80000 km und seither entsprechend mehr. Dieser Lauf wurde ohne wesentliche Reparaturen und mit praktischer Bewährung aller Hauptsachen vollzogen. Ein Beweis dafür liegt darin, dass die 35 Lokomotiven, welche die N. Y. C. zunächst benötigte, nach einjährigem Lauf von No. 6000 in ganz gleicher Ausführung bestellt wurden und seither in Betrieb kamen. Einen weiteren Beweis liefern auch die geringen Abnützungen: Die ersten Kollektoren und Kohlebürsten zeigen nach 30000 km beinahe keine Abnützung; nach einer späteren Litteraturnachricht waren die Kollektoren nach den 40000 km, welche sie im ersten Versuchsjahre zurücklegten, noch ganz glatt und die Abnützung der Bürsten betrug in dieser Zeit 9,5 mm. Die gesamten Reparaturkosten der Lokomotive sollen über dieses Jahr Fr. 1280 oder za. 3,3 Rp./km ausgemacht haben. Nach Ablauf von 50000 miles oder rund 80000 km sollen nach einer anderen Nachricht die gesamten Unterhalts- und Reparaturkosten der Lokomotive auf durchschnittlich 3,9 Rp./km gestiegen sein.

Genügend lange Betriebserfahrungen beweisen also auch für diese Lokomotive grösster Leistung, dass Abnützung und Reparaturen tatsächlich mässig sind.

# Der in Einführung begriffene elektr. Betrieb der New York Central & Hudson River R. R.

*Gleichstrom. Dritte Schiene.*

## A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Wie schon angeführt ist diese Bahn eine der grössten Normalvollbahnen der Staaten und umfasst zahlreiche Linien, besonders von New York nach Norden und Nordwesten, sowie im Norden; sie ist Fernbahn mit gewaltigem Güter- und Expresszugpersonenverkehr. Sie besorgt aber auch einen bedeutenden Lokal-

verkehr, namentlich in der Nähe von New York, mit dem bekannten, zeitweise ausserordentlich starken Andrang. Sie ist nach Art aller grossen amerikanischen Bahnen ausgerüstet, z. B. auf der Hauptstrecke Albany-Buffalo mit vier Geleisen (zwei für Güter-, zwei für Personenverkehr); andere Strecken sind drei- und zweigeleisig. Sie führt z. B. auf der Linie New York-Albany-Buffalo allein an Zügen für Personenbeförderung (von der Art, die wir Schnellzüge nennen müssten) täglich zirka 34 in jeder Richtung, abgesehen von langsameren Personen-Vorort- und Lokalzügen. Unter jenen 34 sind ungefähr 20 beste Expresszüge, die nur etwa alle 50, 100 oder 200 km in Hauptstädten anhalten, so die bekannten 300 bis 400 Tonnen-Züge „Empire State Express" „The 20[th] Century Limited", „Pacific Express" u. s. w., die mit über 100 km/h fahren. Güterzüge erreichen 600-800 Tonnen.

Alle Züge der Personenbeförderung verkehren direkt in der „Grand Central Station" innerhalb der eng bebauten Stadt New York selbst; die Stadt wird dazu meilenweit in Tunnels, tiefen Einschnitten und auf Brücken durchquert. Der starke Verkehr auf diesen Stadtstrecken bildet eine bedeutende Belästigung der Einwohnerschaft durch Rauch. Die Stadtbehörde von New York kam daher dazu, der Bahngesellschaft vorzuschreiben, für Vermeidung von Rauch zu sorgen. Bei einem Teil dieser Stadtstrecken kamen auch Niveaukreuzungen sowie direkte Benützung der Strassen für das Bahngeleise vor, und die Stadtbehörde verlangte dann auch die unterirdische Verlegung dieser Strecken. In den weiteren so entstehenden Tunnels erschien eine künstliche Entfernung des Lokomotivrauchs und die Vermeidung weiterer Rauchbelästigung der Anwohner bei dem ungeheuren Verkehr fast unmöglich. Die ganze Schwierigkeit auf einmal zu heben, konnte nur der elektrischen Traktion möglich werden. Gleichzeitig versprach man sich von dieser Art Traktion eine bessere Bewältigung des zeitweise sehr intensiven Vorortverkehrs durch Anwendung von Motorwagenzügen grossen Fassungsvermögens, grosser Zugkraft und Beschleunigung. Auch ergab sich bei geeigneter Anordnung die Perspektive, die Anlagen der elektrischen Untergrund- und Hoch-Bahnen direkt befahren zu können.

Man beschloss daher, den rein elektrischen Betrieb einzuführen von dem (umzubauenden) New Yorker Zentralbahnhof aus nach Norden (Hudson Division) bis Yonkers auf 54,4 km, und nach Nordwesten (Harlem Division) bis White Plains auf 37,4 km.

Nicht Gründe der Ersparnis waren es also, die hier zum elektrischen Betrieb führten. Dieser Grund wird wegen der absolut und relativ viel niedrigeren Preislage der Kohlen (gegenüber Europa und besonders der Schweiz) in Nordamerika wohl schwerlich für irgend eine Vollfernbahn zum elektrischen Betriebe führen, trotzdem auch die amerikanischen elektrischen Firmen lebhaft den Nachweis der schlechten Ökonomie der Dampflokomotiven zu erbringen streben. Diese Ökonomie spielt eben eine viel untergeordnetere Rolle als bei uns.

Dagegen war ein Grund des Übergangs allerdings die Möglichkeit der Verstärkung des Verkehrs.

Bei Beratung des endgültigen Entscheides in der Systemfrage, welcher schon im Jahre 1903 zu erfolgen hatte, zog die früher erwähnte Kommission auch die Wechselstromsysteme in Betracht. Zur Wahl des Gleichstroms führten, bei aller Würdigung der schon damals vom Wechselstrom für die Zukunft erwarteten Vorteile, folgende Umstände: Das Wechselstromsystem erschien zu jener Zeit als noch nicht genügend ausgebildet um für derartige, ganz ausserordentliche Leistungen rasch in erprobten Konstruktionen verwendbar zu sein, während die

bisherigen, in Amerika sehr zahlreichen Erfahrungen mit dem Gleichstromsystem und dritter Schiene rasch sicheren Erfolg erwarten liessen. Sodann hatte die Hochbahn und erhielt die Untergrundbahn Gleichstrom mit dritter Schiene, und bei der Eignung dieses Systems für diese besondere Art Verkehr war dies hier wohl das Endgültige; die Wünschbarkeit eines direkten Verkehrs des Rollmaterials auf diesen Bahnanlagen wies daher ebenfalls auf die gewählte Betriebsart.

## B. Bauliche Anordnung der Anlage.

### 1. Eigentliche Bahnanlage der elektrisch betriebenen Linien.

Die elektrischen Linien werden zunächst die bedeutenden Geleiseanlagen des umzubauenden, riesigen *New Yorker- Zentralbahnhofes* umfassen, welcher gegenwärtig schon für zirka 600 täglich ein- und ausgehende Züge dient. Dieser Bahnhof hat als Kopfstation 19 Geleise und 10 Personenperrons.

Die elektrisch betriebenen Linien selbst werden, so weit sie es nicht schon sind, viergeleisig angelegt. Die Konstruktion wird der andernorts beschriebenen der grossen amerikanischen Vollbahnen entsprechen. Es werden zusammen zirka 450 km Geleise für Drittschienenbetrieb ausgerüstet sein.

### 2. Elektrische Einrichtungen.

*Kraftwerke.* Um grösstmögliche Sicherheit zu erreichen, werden zwei Dampfkraftwerke erstellt: Eines am Ufer des Hudson in Glenwood bei Yonkers, nahe dem zur Zeit vorgesehenen äusseren Ende der einen elektrischen Linie; das andere in Port Morris am East River auf dem Harlem-Zweig. Das erstere sahen wir im Herbst 1905 im Rohbau stehen. Jedes dieser Werke wird eine Dampfturbogenerator-Anlage für je 30000 KW normale Leistung erhalten, genügend, um je allein einen noch grösseren Betrieb als den gegenwärtigen Dampfbetrieb der elektrifizierten Strecken zu bewältigen. Röhrenkessel und besteingerichtete mechanische Kohlenzufuhr, inwendige Überhitzer, 13,3 Atm. Kesseldruck. Die Dampfturbinen sind vierstufige Curtisturbinen von je 7500 HP normaler und 10000 HP maximaler Leistung bei 500 U/M. Es werden deren zunächst in den beiden Stationen $2 \times 4$, später $2 \times 6$ aufgestellt. Die Generatoren erzeugen Drehstrom von 11000 V bei 25 Perioden. Die Anlagen nach modernstem Prinzip, Schaltanlagen in abgetrenntem Gebäude mit Fernbetätigung. Eine Kesselgruppe, Turbine mit Generator und zugehöriger Schaltanlage bilden je eine, auch baulich abgetrennte Einheit für sich, um Störungen zu lokalisieren.

*Unterwerke.* Es sind deren vorläufig 8 geplant, somit je eine auf durchschnittlich zirka 12 km Bahnlänge oder 50 km Geleiselänge. Sie werden sicherheitshalber alle mit jeder der beiden Kraftstationen verbunden, und erhalten die üblichen Einankerumformer, jeder mit eigenen Transformatoren und Zuleitungskabeln versehen, von je 1000 bis 1500 KW Leistung.

*Leitungen. — Die Hochspannungsleitungen* werden teils oberirdisch auf Eisenmasten, teils unterirdisch als Kabel ausgeführt. *Kontaktleitungsanlagen* in der bereits für die Versuchsstrecke beschriebenen Art mit dritter Schiene.

### 3. Rollmaterial.

Ausser den im vorigen Abschnitt behandelten *Lokomotiven,* die einzeln oder mittels Vielfachsteuerung gekuppelt (für Güterzüge) zur Verwendung kommen, werden auch *Motorwagen,* ebenfalls mit Vielfachsteuerungssystem, für Personenzüge be-

sonders im Vorortverkehr, angeschafft. Die Lokomotiven erhalten gegenüber der Versuchslokomotive No. 6000 nur ganz unwesentliche Änderungen. Es waren deren 55 Stück zur Zeit des Besuches im Bau.

## C. Betrieb.

**Verkehrsordnung.**

Das *Gewicht* der *Züge* wird sich zwischen 200 und 900 Tonnen bewegen, die *Geschwindigkeit* zwischen 10 km/h im Rangierdienst in den Bahnhöfen bis zirka 115 km/h auf den Fernstrecken.

(Wirth:) Erwähnenswert ist, dass für einen solchen Traktionsdienst nur Ein elektrischer Lokomotivtypus vorgesehen worden ist, wo man bei Dampfbetrieb der Wirtschaftlichkeit wegen ohne weiteres mehrere Typen hätte vorsehen müssen. Diese elektrischen Lokomotiven werden im allgemeinen einzeln für den Rangierdienst und für langsame wie rasche Züge, mit Vorspann für rasche sehr schwere Züge Verwendung finden; die nötigen Geschwindigskeits- und Zugkraftsänderungen werden durch die doppelte Serie-Parallelschaltung mit Zwischenstufen, die Bedienung mit Vorspann mit Einem Personal durch das Vielfachsteuerungsystem erreicht werden.

## D. Allgemeine Beurteilung.

Der Erfolg dieser elektrischen Traktion lag zur Zeit unseres Besuches noch nicht vor, und kann auch heute noch nicht in grösserem Umfange beurteilt werden. Es ist aber nach den Resultaten mit der Versuchslokomotive, sowie mit den Motorwagen des anzuwendenden Systems bei anderen Bahnen in New York, zu erwarten, dass es sich nach der Richtung des technischen Genügens um einen vollen Erfolg handeln wird. Voraussichtlich wird dies auch in Bezug auf die Betriebskosten der Fall sein. Es wird der grösste bisher ausgeführte elektrische Fern- und Vollbahnbetrieb der Welt sein.

# Pennsylvania Railroad.

***Lokomotiv- und Motorwagen-Betrieb mit Gleichstrom und dritter Schiene.***

**In Einführung begriffen in und um New York.**

---

## A. Allgemeine Verhältnisse und Eigenart der Bahn.

Die Pa. R. R. ist ebenfalls eine der grössten Bahngesellschaften Nordamerikas, die ausserdem von den besten Einrichtungen des Landes besitzt. Sie erstreckt ihr Netz fast über die ganze Union. Für den elektrischen Betrieb handelt es sich jedoch nur um die Linien in und um New York. Die Bahn hatte bisher ihren Endpunkt für New York von Westen und Süden her in Jersey City, gegenüber New York und an dessen Hafen, aber in anderem Staate: New Jersey. Zu ihrem Konzern gehören auch Linien, die von Osten und Norden her auf Long Island endigen, von der City durch den East River getrennt. Es musste das Bestreben der Gesellschaft sein, ihre Fahrgäste, die jetzt mit den zahlreichen grossen Dampffährbooten nach der Manhattan-Halbinsel (City) hinüberfahren, direkt dort einzuführen. Die Überführung über Brücken hätte, speziell über den Hudson, ausserordentlich viel gekostet. So baut denn die Bahn gegenwärtig (oder hat jetzt teilweise vollendet) Tunnels *unter* den Flüssen bezw. Meerarmen durch: Einen

zweigeleisigen unter dem Hudson vom Jerseyufer her, und zwei eingeleisige unter dem East River von Long Island her, nach der Manhattan-Halbinsel, wo sie sich zwischen zwei Strassen der oberen City in einem riesigen, meist unterirdischen, mehrstöckigen Zentral-Personenbahnhof treffen.

Gleiche Gründe wie bei der New York Central R. R. führten für diese Neuanlage zum elektrischen Betriebe: Bei der grossen Zugsfrequenz war wegen des Rauches an Dampfbetrieb nicht zu denken, und die erteilte Konzession verbot denselben auch direkt. Der ganze Plan konnte daher erst zur Ausführung kommen, nachdem man den elektrischen Betrieb für absolut sicher und zuverlässig für diese Verhältnisse hielt. Das Faktum der Ausführung dieser grossartigen Bauten mit ungeheurem Kapitalaufwand ist daher ***sehr bezeichnend für das Vertrauen,*** das man dem elektrischen Betriebe in massgebenden Kreisen Nordamerikas entgegen bringt. Aus diesem Grunde führen wir diese Bahn hier an, obwohl wir vom elektrischen Betriebe noch nichts sehen konnten. Eingehende Auskünfte und Einsicht in die Projekte erhielten wir dagegen bereitwillig von den leitenden Organen der. Gesellschaft.

## B. Bauliche Anordnung und Ausdehnung der Anlage.

### 1. Allgemeines und eigentliche Bahnanlage.

(Wirth:) Die ***Längen*** der elektrifizierten Strecken sind: Ganze (einfache) Länge der Untertunnelung von Jersey bis Long Island City zirka 9 km. 20,7 km Geleise im neuen, unterirdischen Zentralbahnhofe. Totallängen der Geleise zwischen den beidseitigen Tunneleingängen za. 45 km. (Es gehen von der Station aus nach der einen Seite 2, nach der andern 4 Geleise).

***Steigungen*** kommen zufolge der Abstiege in die Tunnels bis zu 19 ‰ vor.

***Der grosse, unterirdische Zentralbahnhof*** der Pennsylvania R. R. in New York dürfte von allen Bahnhöfen der Welt die meisten Züge abfertigen. (Wirth): Auf dieser Station werden in gewissen Zeiten alle 2, manchmal alle 1½ Minuten auf jedem Geleise Züge abgefertigt. Es ist angenommen, dass ein Total von 1052 Zügen in 24 Stunden, im Maximum 144 Züge in einer Stunde ein- oder ausfahren werden.

### 2. Elektrische Einrichtungen.

Das ***System im allgemeinen*** ist das bei der Long Island R. R. ausführlich beschriebene: Hochspannungs-Drehstrom-Erzeugung und -Verteilung; Umformung; dritte Schiene mit 600 Volt Gleichstrom.

***Kraftwerke*** werden zwei sein, mit Dampfturbinen-Einheiten von 5500 KW Normalleistung. Die eine Station, auf der Jersey-Seite des Hudson für 8 solcher Einheiten oder 44000 KW Normalleistung, wird im allgemeinen die Strecken von Jersey City bis und mit dem neuen Zentralbahnhof in New York bedienen; das andere Werk ist das bereits beschriebene, mit der Long Island R. R. gemeinsame für 12 Einheiten oder 66000 KW Normalleistung in Long Island City; es wird ausser der eben genannten Bahn die Strecke vom Zentralbahnhof unter dem East River bis Long Island bedienen. Die beiden Zentralen sind aber so eingerichtet und verbunden, dass sie einander aushelfen und jede derselben notfalls die Speisung des gesamten Netzes inklusive L. I. R. besorgen kann. Die Ausführung beider Kraftwerke ist analog. Beide enthalten ***besondere Maschinenaggregate für die Beleuchtung der Tunnels und der Stationen,*** die völlig unabhängig vom Bahnstrom betrieben wird.

*Stromverteilung ab Kraftstation* ausschliesslich durch unterirdische Kabel, die in den Tunnels selbst ähnlich wie bei der Untergrundbahn verlegt werden. Die zu einem bestimmten Umformerwerk führenden und von einer bestimmten Kraftstation kommenden Kabel sind stets auf verschiedene der Paralleltunnels verteilt, sodass auch im Falle eines Defekts, der alle Kabel eines Tunnels beträfe, die Stromzufuhr doch nach jedem Unterwerk gesichert wäre, und jedes Kraftwerk noch Strom abgeben könnte.

*Umformerwerke* werden 4 sein, in Anordnung und Ausführung analog wie bei der L. I. R.

**3. Rollmaterial.**

*Lokomotiven* sollen die Fernzüge, Personen- wie Schnellzüge, befördern.

Zur Zeit unseres Besuches waren 2 Probelokomotiven im Bau, eine derselben der Vollendung nahe. Wir sahen diese in den Werkstätten der Westinghouse Co. in Pittsburg, Herr Wirth ausserdem mechanische Teile der Lokomotiven in den Werkstätten der Pa. R. R. in Altoona. Die Maschinen werden nach zwei verschiedenen Anordnungen gebaut. Für beide Systeme gilt folgendes: Es sind Schnellzugslokomotiven mit 4 Achsen, vereinigt zu zwei Drehgestellen. (Wirth:) Deren Rahmen werden in der Mitte mittels eines Drehzapfens (nach Mallet) verbunden. Jede Achse ist durch einen Motor angetrieben, somit das ganze Gewicht zur Adhäsion ausgenützt. Die äusserliche Anordnung ist aus einer kleinen Skizze auf Tafel 22 rechts unten ersichtlich: Der Kasten ist ähnlich einem Wagenkasten mit Wänden von überall voller Höhe; das Innere des Führerhauses nimmt die ganze Grundfläche der Maschine ein. Die kurzen Wände sind lediglich im Grundriss an den Ecken gebrochen zur Verminderung des Luftwiderstands. In zwei diagonal gegenüberliegenden dieser Ecken, je „vorne rechts", am äussersten Ende der Maschine, ist je eine vollständige Führerstandsausrüstung mit Steuerung, Brems- und Signal-Vorrichtungen vorhanden.

Die *Hauptdaten* sind (Wirth:)

| | |
|---|---|
| Totalgewicht der Lokomotive . . . . | 81 t |
| Adhäsionsgewicht . . . . . . . . | 81 t |
| Achsdruck . . . . . . . . | 20,45 t |
| Disponible Zugkraft . . . . . . | 15 000 kg |
| Radstand eines Drehgestells . . . . . | 1,978 m |
| Distanz zwischen den Drehzapfen . . . | 4,746 m |
| Totaler Radstand . . . . . . . . | 6,724 m |
| Gesamtlänge über Stossbalken . . . | 10,868 m |
| Durchmesser der Triebräder . . . . . | 1,400 m |
| Anzahl Triebachsen . . . . . . | 4 |
| Anzahl Motoren . . . . . . . . . | 4 |
| Normale Leistung eines Motors . . . | 350 HP |
| Normale Gesamtleistung der Lokomotive . | 1400 HP |

(= 93,3 HP per Tonne Zugkraft).

Nach den Konstruktionsdaten soll eine Maschine einen Zug von 500 Tonnen mit einer Maximalgeschwindigkeit von 72 km/h befördern können, was bei dieser Konstruktion leicht möglich ist. Leichtere Züge sollen auch mit 88 km/h befördert werden, und die Maximalgeschwindigkeit für Leergang 96 km/h sein. Die Maschinen sind als „Einheitsmaschinen" gebaut, d. h. zur Kuppelung mehrerer Einheiten zu stärkeren Lokomotiven bestimmt.

Ihre *elektrische Ausrüstung* besteht aus 4 Serien-Gleichstrommotoren für 600 Volt, für Serien-Parallelschaltung mit Vorschaltwiderständen. Steuerung indirekt, durch das normale Westinghouse'sche elektro-pneumatische Vielfachsteuerungs-System, gespeist aus kleiner, mitgeführter Akkumulatoren-Batterie.

Ausser den Motoren selbst sind *keine* elektrischen Apparate unter dem Wagenboden angebracht, sondern sämtliche, vor Atmosphärilien geschützt, im Inneren des Wagenkastens, dem Führer sichtbar und zur Hand: Die Widerstandskasten in zwei Reihen unten links und rechts längs der Wände, mit natürlicher Kühlung durch Öffnungen von unten und der Seite; die „Kontaktoren" oberhalb, ebenfalls links und rechts längs der Wände; in der Mitte des Führerhauses ein besonderer, selbsttätig durch den Luftdruckstand angelassener Motor mit Kompressor für die Luftbremse, in dessen Stromkreis die Batterie des Steuerstroms selbsttätig geladen wird; ebenda ein Motor von 5 HP mit Ventilator gekuppelt, für die *künstliche* Kühlung der Motoren; grosse aufrechte Pressluftkessel sind ebenfalls im Kasten-Innern untergebracht. Das Führerhaus lässt dabei dem Führer noch bemerkenswert reichlichen Raum für Bewegung und Übersicht frei. Es ist zweimännige Bedienung vorgesehen, sowohl für die einzelne wie für zwei oder mehrere gekuppelte Lokomotiveinheiten zusammen mittelst der Vielfachsteuerung von einem beliebigen Stande aus, sodass Lokomotiven von 3000 oder mehr HP Normalleistung nach Belieben von zwei Mann bedient werden können.

(Wirth:) Die automatische Westinghouse*bremse* und die direkte Bremsung der Lokomotive (straight air brake) ist vorgesehen, sodass die Lokomotive gebremst bleiben kann, während die automatische Bremse gelöst wird. Die Vorteile dieser Einrichtung sind für die Führung von langen und schweren Zügen sofort erkennbar. Sand kann vor allen 4 Radsätzen und in beiden Richtungen heruntergelassen werden. Die Lokomotive hat überdies Handbremse.

Auf diesen Grundlagen sind beide Arten Maschinen äusserlich möglichst gleich gebaut: Sie *unterscheiden* sich durch die *Art des Antriebs durch die Motoren:*

Diejenige, die bei unserem Besuche der Vollendung nahe war, besitzt die gewöhnliche Art der Zahnrad-Übersetzung mit der üblichen elastischen „Schubkarren"-Aufhängung der Motoren am Drehgestell.

Die andere (von welcher erst Zeichnungen und mechanische Teile zu sehen waren), hat die Motorenanker direkt auf den Triebachsen.

(Wirth): Das Gehäuse des Stators (Feldgehäuse) ist am Drehgestellrahmen befestigt, in der Längsrichtung fest, während die vertikalen Bewegungen des Rahmens vermittels zweier Paare von Längsfedern aufgenommen werden. Auf jeder Seite des Gehäuses ist je eine Feder oben und eine unten angeordnet. Mit ihrem Bunde ruhen diese Federn auf dem Stator und mit ihren Enden auf einem auf der Achse befestigten Träger.

(Wirth): Einmal fertig erstellt, sollen die zwei Lokomotivarten während ungefähr eines Jahres versuchsweise auf der mit dritter Schiene versehenen elektrischen Strecke der Baltimore-Ohio-Bahn in Baltimore in Dienst gestellt werden. Je nach den Ergebnissen der Proben sollen alle Lokomotiven für die neuen Strecken mit oder ohne Zahnradantrieb ausgeführt werden, da die Pennsylvania R. R. für diesen Betrieb nur einen Lokomotivtypus anschaffen will.

*Motorwagen* (und Anhängewagen) werden wie die bereits beschriebenen der Long Island R., vollständig aus Stahl, ausgeführt. Die Hauptdaten sind:

(Wirth): 4 Achsen, in 2 Drehgestellen; Radstand der Drehgestelle = 2.03 m; Abstand zwischen den Drehzapfen = 10,97 m; Raddurchmesser = 843 mm; Länge der Wagen über Stossbalken = 15,59 m; Breite „über alles" = 2,67 m; Höhe ebenso

über Schienenoberkante = 3,67 m; Sitzplätze 52, jedoch Aufnahmefähigkeit von über 100 Personen; Gewicht leer für die Motorwagen 36,7 t, für die Anhängewagen 30,7 t.

Motorenausrüstung: 2 Motoren zu je 200 HP Normalleistung, beide zusammen in je einem der Drehgestelle untergebracht. Vielfachsteuerung. Heizung und Beleuchtung elektrisch.

## C. Betrieb.

**1. Verkehr.**

Es handelt sich ausschliesslich um *Personenverkehr;* Fernschnellzüge, Fernpersonenzüge, und Lokalzüge (z. T. vom Charakter von Stadtbahnzügen, bei äusserst grosser Frequenz).

*Züge* werden gebildet werden: Normale Fernschnellzüge und Fern-Personenzüge, durch Lokomotiven zu befördern, von 500 bis 780 t. (Wirth): Lokalzüge normal aus: 4 Motorwagen und 3 Anhängewagen, somit bei voller Belastung von za. 265 t, aber auch: 5 Motorwagen und 4 Anhängewagen, oder bei voller Belastung 350 t. Diese Motorwagenzüge werden also dabei 1 600 bezw. 2 000 HP *normale* Leistung zur Verfügung haben.

*Geschwindigkeiten:* Für die Fernzüge mit *Lokomotivbeförderung* im Maximum 88 km/h auf der Ebene (Steigungen bis 19‰ langsamer); mittlere Fahrplangeschwindigkeit mit Inbegriff der Halte je nach den Zügen 48 bis 62 km/h. Für die *Motorwagenzüge* im Maximum 67 km/h.

Die *Beschleunigung* wird für die verschiedenen Züge bis zu 0.67 m/Sec² gehen.

*Frequenz* der Züge: Siehe die Bemerkungen beim Zentralbahnhof.

**2. Arbeitsbedarf.**

Hierüber können wir lediglich angeben, dass die beiden Kraftstationen für Ausbau auf eine Normalleistung von 44 000 + 66 000 = 110 000 KW vorgesehen werden, mit Inbegriff des Betriebes der Long Island R.

Nach erhaltenen Mitteilungen wird angenommen, dass für die Tunnelbetriebe der Pa. R. R. allein *normal* gebraucht würden:

| | |
|---|---|
| Für die Hudson River Tunnels . . . . . . . . . . . . . . . | 5 200 KW |
| Für die East River Tunnels . . . . . . . . . . . . . . . . . | 12 000 „ |
| Für den Zentralbahnhof mit Rangierdienst . . . . . . . . . . | 3 200 „ |
| Total | 29 400 KW. |

## D. Allgemeine Beurteilung.

Die hauptsächlichste Bedeutung dieser grossartigen Anlagen liegt darin, dass sie nur mit elektrischem Betrieb verwendbar sind, dass also unbeschränktes Zutrauen zur Leistungsfähigkeit des elektrischen Betriebes und speziell des gewählten Systems für diese Verhältnisse vorhanden ist. Die letzteren repräsentieren dabei alle Erfordernisse unseres Normalbahnbetriebes, für Fernvollbahnen wie für Lokalbahnen: Beförderung von schwersten Schnellzügen in einer, ohne Rücksicht auf die elektrische Beförderung anderswo erfolgenden Zusammensetzung; ebenso von Personenzügen und von schweren Lokalzügen in ausserordentlicher Frequenz, mit häufigen Halten und stärksten Beschleunigungen.

# Lokomotiven für Wechselstrom der Westinghouse Electric & Mfg. Co. in East Pittsburg.

*Einphasenstrom, Hochspannung, Oberleitung.*

Es handelt sich um eine Lokomotive, die wir zunächst in Probe sahen auf dem bereits beschriebenen Versuchsgeleise bei der Westinghouseschen Fabrik bei East Pittsburg.

Die Lokomotive soll einen *Normaltypus für schwereren Güterzugsdienst* darstellen. Gedacht wurde dabei zunächst an einen in der Güterzugsförderung oft vorkommenden Fall, nämlich die vorübergehende Anwendung einer stossenden Lokomotive zur Überwindung kurzer starker Rampen ohne Teilung der (für das ebene Land berechneten und daher in Nordamerika ganz ausserordentlich schwer zusammengesetzten) Güterzüge. Es wurde wiederholt vorgeschlagen, speziell zu diesem Dienst elektrische Lokomotiven zu verwenden, um den Verlust durch Unterdampfhalten solcher, an der betreffenden Stelle bereit gehaltener Stosslokomotiven zu vermeiden.

*Allgemeine Anordnung der Lokomotive.*

Sie besteht aus zwei ganz gleichen, normalerweise gekuppelten Fahrzeugen, die mit federnd montierten Stossbalken dicht aneinanderschliessen. Ihre allgemeine Anordnung und diejenige der Lokomotivkasten zeigt das Bild 114 sowie die kleine Skizze unter dem Titel „Pennsylvania R. R., Einphasenstrom“ auf der Tafel 22. Jede Hälfte der Lokomotive hat 3 Achsen mit festem Radstand.

(Wirth): Die Lokomotivrahmen sind aus Stahlguss und nach gewöhnlicher Art vermittelst Blattfedern aufgehängt. Das Gewicht auf die innere Achse jeden Teiles ist ausbalanciert. Die Achsschenkel werden von unten geschmiert.

Die ***hauptsächlichsten Daten*** sind (Wirth):

| | | |
|---|---|---|
| Totalgewicht beider Teile zusammen . . . . . . | 138 t | Für jede Einheit je die Hälfte hievon. |
| Adhäsionsgewicht ebenso . . . . . . . . . . | 138 t | |
| Achsdruck je . . . . . . . . . . . . . . . . | 23 t | |
| Totalradstand einer Einheit . . . . . . . . . . | 3,86 m | |
| „ „ der ganzen Maschine . . . . . . . | 11,58 „ | |
| Radstand zwischen zwei Achsen . . . . . . . . | 1,93 „ | |
| Durchmesser der Räder . . . . . . . . . . . | 1,50 „ | |
| Durchmesser der Achsen . . . . . . . . . . | 0,20 „ | |
| Gesamtlänge der ganzen Lokomotive . . . . . . | 13,71 „ | |
| Grösste Breite derselben . . . . . . . . . . . | 2,94 „ | |
| Höhe über Schienenoberkante (Stromabnehmer herabgelegt) . . . . . . . . . . . . . | 5,18 „ | |
| Normalleistung beider Teile zusammen . . . . | 1350 HP. | |

Die ***Führerstände*** bilden rechteckige, die ganze Grundfläche der Maschine einnehmende, vollständig geschlossene Kasten aus Stahlblech mit Winkeleisengerippe, ohne irgendwelche Abschrägungen, da die Maschine nur für mässige Geschwindigkeiten dienen soll. Diese Kasten können als ein Ganzes vom Untergestell abgenommen werden.

Wie aus der oben erwähnten Skizze ersichtlich, sind in jeder Maschine, einander diagonal gegenüber, je 2 Führerstände, sodass der Führer bei jeder

Fahrrichtung jeder Einheit stets ganz vorne rechts steht, wo ihm nach vorn und der Seite grosse Fenster Ausblick geben. In den anderen zwei Ecken sind auf den Stirnwänden Türen zum Übergang nach der anderen Maschinenhälfte, auf der einen Längsseite eine Türe zum Einsteigen, im übrigen noch weitere, reichliche Fenster vorhanden.

*Elektrische Ausrüstung.* Jede Achse wird mittels gewöhnlicher einfacher Zahnradübersetzung 18:95 von einem Motor von 225—250 HP Normalleistung angetrieben. Ganz gewöhnliche „Schubkarren"-Aufhängung der Motoren. Die ganze (Doppel-) Maschine hat also $6 \times 225 = 1350$ HP Normalleistung zur Verfügung.

Die *Motoren* sind reine Seriemotoren, im einzelnen von derselben Bauart wie bei Westinghouse allgemein für Wechselstrom üblich und bereits bei der Bahn Indianapolis-Cincinnati und den Einphasenmotorwagen dieser Firma beschrieben. Sie sind für Wechselstrom von 25 Perioden bei einer Maximalspannung von 325 V und für eine maximale Geschwindigkeit von etwa 48 km/h gebaut; ihren normalen Dienst sollen sie jedoch meist bei kleineren Geschwindigkeiten von etwa 30 km/h leisten. Die Motoren sind auch für künstliche Ventilation eingerichtet, in welchem Falle ihre Normalleistung wesentlich höher gehen soll als oben angenommen.

Die ganze elektrische Ausrüstung ist, mit Ausnahme der Motoren, leicht zugänglich und revidierbar im Führerhause über dessen Boden untergebracht. In jeder Lokomotivenhälfte befindet sich in ihrem Führerhause was folgt:

Ein *Haupttransformator,* Autotransformator von 6600 V auf 330 V (und weniger) übersetzend. Derselbe hat künstliche Ventilation und bei einer Anzahl Spulen Anzapfungen zur stufenweisen Spannungsregulierung. Für diese Stufenschaltung der Spannung der drei Motoren finden sich dann drei Drosselspulen („reactive coils"). Weiter ein Niederspannungs-Asynchronmotor, einen Ventilator für die Motoren- und Transformatorenkühlung betreibend; ein ebensolcher Motor, den Luftkompressor für die Bremse bedienend. Endlich ein selbsttätiger Maximalschalter für den Hochspannungsstrom von 6600 V. Vor zufälliger Berührung dieses Schalters ist durch eine Scheidewand vor demselben geschützt, nötigenfalls aber sind dessen Teile nach Abhebung des Stromabnehmers zugänglich. Dazu kommen sämtliche Kontaktoren und Wendeschalter für den Arbeitsstrom, elektropneumatisch betätigt durch Apparate des Vielfachsteuerungssystems.

Die *Schaltung* ist derart, dass stets alle drei Motoren eines Fahrzeugs parallelgeschaltet sind; für die *Geschwindigkeitsregulierung* findet Reduktion der Sekundärspannung am Autotransformator statt und zwar in ganz gleicher Weise wie bei dem Westinghouse-Wechselstrommotorwagen beschrieben, unter Stromabnahme von den einzelnen Kontakten der Sekundarspulen mittels Drosselspulen für jeden Motor. *Meistersteuerschalter* befindet sich einer an jeder Führerstandsstelle; der Steuerstrom selbst ist Wechselstrom, unter 50 V vom Haupttransformator abgenommen. Es ist das normale Strombeschränkungsrelais angebracht, daher auch hier der Hauptschalter nur drei Stellungen hat und sofort auf deren letzte gekurbelt werden kann.

Die Anordnung aller dieser Apparate im Führerhause erleichtert die Revision und lässt daneben reichlich Platz für die Bewegung des Führers. Normalerweise regiert der Führer beide Hälften der Lokomotive, die durch ein mehradriges Steuerstromkabel gekuppelt sind, von der vorderen Maschine aus; ebenso können mehr als zwei solcher Einheiten gekuppelt und von einer Stelle aus regiert werden.

Am Führerstande finden sich ausser dem Meisterschalter, sowie Strom- und Spannungsmessern noch: Luftpfeifenzug, Signalglockenbetätigung sowie die Ventile für die

*Bremsen:* Es werden alle Achsen der Lokomotive gebremst, wozu Handbremse, automatische Luftdruckbremse für den ganzen Zug und „straight air brake“ für die Lokomotive allein vorhanden sind.

Als *Stromabnehmer* sitzt auf jeder Einheit eine Pantographkonstruktion, deren stromabnehmender Teil ähnlich wie bei einem Bügel eine etwas abgebogene, horizontale Aluminiumschiene mit schleifendem Kontakt ist. Diese Stromabnehmer-Konstruktion ist aus dem bereits angeführten Bilde 114 ersichtlich.

### *Resultate dieser Lokomotiven.*

Diese Maschinen leisten wie erwähnt bei 6600 V Fahrdrahtspannung normal d. h. einstündig 1350 bis 1500 HP; sie können dabei vermöge der weitgehenden Spannungsregulierung bei sehr verschiedenen Geschwindigkeiten passende Zugkraft bei wesentlich demselben Wirkungsgrad entwickeln.

Die Maximalgeschwindigkeit für leichtere Züge ist zu za. 48 km/h bestimmt. Bei der Geschwindigkeit von 16 km/h liefert sie 22,700 kg Zugkraft, was ungefähr der Fortbewegung eines angehängten 750 t schweren Zuges auf mindestens 25 ‰ entspräche.

Für das Anfahren haben Versuche, deren Resultate uns mitgeteilt wurden, sehr grosse Zugkräfte und Adhäsion ergeben:

Es wurden während kürzerer Zeit (1/3 bis 1/4 Minute) konstante Zugkräfte von 27,000 und von 36,000 kg erreicht, somit eine Adhäsion von bis 26 %. Sekundenweise wurden sogar bis 45,000 kg Zugkraft erzielt. Diese Versuche wurden ausgeführt mit einem Zuge von 50 der besonders schweren, amerikanischen Güterwagen („gondola cars“), voll geladen, von zusammen 1170 t. e., wobei die vier hintersten Wagen noch etwas gebremst waren. Das Totalgewicht des Zugs samt Lokomotive betrug 1310 t. e.

Bei einer Versuchsfahrt, die wir mit dieser Lokomotive auf dem früher erwähnten Versuchsgeleise machten, konnten wir uns davon überzeugen, dass auch diese Einphasenserienmotoren befriedigend, am Kollektor funkenlos arbeiten, dass die Führung und Steuerung der ganzen Doppelmaschine sehr einfach und bequem ist, und speziell das Vielfachsteuersystem mit Wechselstrombetrieb gut funktionierte. Auch die Stromabnahme unter 6600 V durch den Pantographen schien sehr gut, schlag- und funkenlos vor sich zu gehen. Wir fuhren mit bis za. 40 km/h, wobei die Maschine äusserst ruhigen Gang zeigte. Ausgedehntere Versuche gestattete die Linie nicht, auch konnten Belastungen mit schweren Zügen bei unserem Besuche nicht eingerichtet werden.

### *Allgemeine Beurteilung.*

Wir gewannen den Eindruck, dass hier eine Lokomotivkonstruktion für Einphasenstrom unter Hochspannung an der Oberleitung vorliege, die in Verbindung mit der dort angewandten Stromzuführungsanlage ohne weiteres für den Normalbahngüterdienst betriebstüchtig und anwendbar und für die meisten Fälle des Güterförderungsdienstes unserer schweizerischen Normalbahnen genügend wäre.

## Stärkere Einphasen-Lokomotiven.

Die Westinghousegesellschaft hat seit unserem Besuche bekanntlich *weitere Hochspannungs-Einphasenlokomotiven* in Angriff genommen, von denen wir damals

noch nichts sehen konnten. Lediglich der Vollständigkeit halber erwähnen wir die *Einphasenschnellzugslokomotiven für die New York, New Haven* und *Hartford Railroad.* Diese sollen Züge von 250 Tonnen mit 100–110 km/h auf der Ebene befördern. Es sind vierachsige Lokomotiven, bei denen nun wieder auf den „übersetzungslosen" Typus gegriffen wurde. Die Anker sollen demnach zentrisch um die vier Triebachsen auf Hohlwellen angebracht werden; die Enden dieser Wellen tragen je sieben starke Mitnehmerbolzen, die in entsprechende Büchsen der Räder eingreifen und diese samt Radachse mitnehmen, unter Zwischenlage nicht von Gummipuffern, sondern von Stahlfedern besonderer Konstruktion.

Auch diese Motoren von 400 HP Normalleistung sollen reine Serienmotoren mit Kompensationswicklung und Widerständen zwischen Ankerwindungen und Kollektorverbindungen sein, ganz nach den gleichen Grundsätzen gebaut wie die von uns beschriebenen Westinghouse-Einphasenmotoren für Traktion. Dabei sollen sie auch für Gleichstrom verwendbar sein. 25 dieser Lokomotiven sollen in Arbeit, bis diese Zeilen erscheinen vielleicht im Betrieb sein.

Der Erfolg dieser grossen, langsam laufenden Einphasenmotoren und dieser Betriebsart bleibt abzuwarten. Aber voraussetzen dürfen wir wohl, dass weder die konstruierende noch die auftraggebende Firma die Ausführung eines so bedeutenden Auftrags riskiert hätte, wenn nicht die Resultate der besprochenen, bereits praktisch erprobten kleineren Konstruktionen von Einphasentraktionsmotoren sichere Aussichten eröffnet hätten.



# Zusammenfassende Übersicht

über

# Bauart, Betrieb und Resultate der nordamerikan. elektr. Bahnen.

Wir möchten im folgenden einen Gesamtüberblick über einige allgemeine Ergebnisse der Besichtigungen geben, mit besonderer Rücksicht auf eine Anzahl Fragen, deren Beantwortung von unseren Auftraggebern gewünscht worden war. Wir werden dabei, wo nötig, auf die vorstehenden Beschreibungen durch einfache Anführung der Namen der betreffenden Bahnen verweisen und das Kapitel soweit möglich in ähnlicher Weise einteilen wie die Beschreibungen selbst.

Öfter werden wir dabei die in liebenswürdiger Weise von der „Interstate Commerce Commission“ in Washington erhaltenen Druckschriften und deren jährliche Berichte und Eisenbahnstatistik der Staaten benützen, sowie die in gleicher Weise vom „Census Office“ der Vereinigten Staaten in Washington uns zugestellten, von ihm herausgegebenen statistischen Arbeiten, insbesondere den schon früher angeführten Spezialrapport „Street und electric railways 1902“ der Herren E. D. Durand und Th. C. Martin.

## Anordnungen der eigentlichen Bahnanlage.

*Tracé.* Die *Spurweite* ist in den Vereinigten Staaten überall die normale, auch bei den kleinsten, dem öffentlichen Verkehre dienenden Strassen- oder Nebenbahnen.

*Steigungen,* die zufolge der Topographie des Landes im allgemeinen wie im Mittel sehr klein bleiben, werden ausnahmsweise auf kurzen Strecken bei den elektrischen Interurbanlinien auch recht bedeutende nicht gescheut (40 ‰ Indiana Union und Indianapolis Rushville), ebensowenig bei den Stadt- und Vorortbahnen mit schweren Zügen (20 ‰ Chicago-Aurora, 30 ‰ New York Subway, 50 ‰ Long Island); bei Vollbahn durch Baltimore 15 ‰ im Tunnel.

Mit den *Krümmungen* verhält es sich aus gleichen Gründen ähnlich: Auch die Interurbanlinien halten auf freier Strecke grosse Radien ein: 410 m Schenectady Ballston, 580 m Indiana Union, 274 m Chicago-Aurora — mit 100 km/h befahren —, 150 m Long Island; sie passen sich aber auf Stadtgebiet ausserordentlich kleinen Minimal-Radien an: Long-Island 45 m, Chicago Aurora (auf Hochbahn) 31 m, Indianapolis 12 m.

Stadtbahnen gehen naturgemäss auf kleine Radien: New York Subway 44,8 m, Metropolitan West Side Chicago 27,4 m.

Die *Geleisezahl pro Strecke* ist in den Oberflächenstrassenbahnen der Städte fast durchgehend 2, für Hoch- und Untergrund-Stadtbahnen 2 bis 4; die *Interurbanlinien* sind entweder grösstenteils eingeleisig mit vielen Ausweichen für Kreuzung (Indiana Union mit zirka doppelt so viel Kreuzungsgelegenheiten als regulären Halten; Detroit-Jackson, International Buffalo, Detroit-United, Chicago-Aurora teilweise), oder, besonders bei neueren, durchwegs zweigeleisig (Detroit-Toledo, Indianapolis-Cincinnati in Zukunft, Schenectady-Ballston, Chicago-Aurora teilweise, Long Island).

*Unterbau und Oberbau.* Der *Bahnkörper* der Interurbanlinien ist, ausser den städtischen Strassen in deren Gebiet, zum Teil die Landstrasse [county road] (International Co. Buffalo, Detroit - Jackson, Schenectady - Ballston), meist aber zum grösseren Teil ein eigener („private right of way"). Bei den neueren dieser Linien ist ausserhalb des eigentlichen Stadtgebiets durchgängig das letztere der Fall, so bei: Detroit-Monroe-Toledo, Indiana Union, Indianapolis-Cincinnati (20 m breit), Chicago-Aurora-Elgin, Long-Island. Nach der Statistik (Durand und Martin) dürfte geschlossen werden, dass schon 1902 mehr als die Hälfte der ausser den Städten liegenden Geleiselänge solcher Bahnen auf eigenem Bahnkörper lag; heute ist es offenbar wesentlich mehr. In neuerer Zeit ist der eigene Bahnkörper oft ganz eingefriedigt, so bei den letztgenannten drei Bahnen.

*Kunstbauten* sind bei den Interurbanlinien gern vermieden, kleine Terrain-Senkungen mit kurzen, starken Steigungen genommen oder mit Holzgerüsten überbrückt, die erst nach einigen Jahren Rendite durch Dämme ersetzt werden.

*Bettung der Geleise.* Für die Interurbanlinien meist ein nach unsern Begriffen recht ungenügender Ballast; schlechter, oft ungeworfener Schotter. Für städtische Strassenbahnen bemerkenswert die bei Buffalo und Detroit erwähnten typischen Beton-Bettungen. Hier sei noch erwähnt:

Bei den Strassenbahnen von *Pittsburg* sahen wir neue Geleise ebenfalls mit der im Lande sehr viel angewandten Konstruktion mit einbetonierten Holzschwellen einlegen, wie die Skizzen oben auf Tafel 3 zeigen. Man zieht die Holzschwelle gerade auch in schweren und frequenten Stadtbetrieben wegen der Weichheit und Elastizität der Bettung vor.

Die *Strassenbahnen Philadelphia's,* welche der Ausbildung ihrer Geleise nach sehr ausgiebigen Erfahrungen die grösste Sorgfalt zuwenden, verwenden diese Konstruktion ebenfalls als neueste für die gewöhnlichen Fälle, und zwar in der, in der Mitte von Tafel 3 dargestellten Ausführung. Man hat sich in dieser Skizze das, die Höhe der Schienenflügel erreichende Strassenpflaster analog wie bei der unteren Figur hinzuzudenken. Letztere zeigt die neueste, schwerste Ausführung von Geleisen dieser Bahngesellschaft, für sehr stark befahrene Strecken ausgeführt, mit den Schienen auf gusseisernen Böcken in Beton. (Die Zeichnungen dieser Konstruktion wurden uns von der Bahngesellschaft bereitwilligst zur Verfügung gestellt. Diese Konstruktion wurde auch der „American Ry. Mechanical and Electrical Association" bei der Versammlung in Philadelphia, Herbst 1905, vorgeführt).

*Schwellen.* Wie bei den Voll- und Dampfbahnen, so ist Nordamerika auch bei den elektrischen Bahnen und sogar für verdeckte und einbetonierte Verlegung unter Asphalt- und Granitpflaster der Strassen (Pittsburg, Philadelphia, Buffalo, Detroit) bei der Holzschwelle geblieben. Als Holz meist „Yellow pine" oder Gelbkiefer (Buffalo, Detroit-Jackson, Indianapolis-Rushville, New York Central);

auch Weisskiefer, echte Kastanie, Eiche (Buffalo-Interurban, Indianapolis-Rushville, Schenectady-Ballston, Baltimore); seltener, wo leicht zu haben, auch Zeder (Detroit-Toledo); alles *nicht* imprägniert.

Masse von Schwellen:

Buffalo-Stadt: 125×175×2130; Buffalo Interurban, Indiana Union, Indianapolis-Rushville und Schenectady-Ballston: 150×200×2435 (bis 2440); Aurora-Elgin-Chicago: 150×200×1828; New York Subway: 127×203×2400.

Distanz bezw. Anzahl dieser Holzschwellen bei den Überlandbahnen:

Im Mittel alle 48 cm eine Schwelle bei: New York Central (teilweise).
„ „ „ 57 „ „ „ „ Chicago-Aurora-Elgin, New York Central (z. T.).
„ „ „ 60 „ „ „ „ Buffalo International, Detroit United, Indiana Union.
„ „ „ 62 „ „ „ „ Long Island, Schenectady-Ballston.
„ „ „ 67 „ „ „ „ Indianapolis-Cincinnati, Baltimore und Ohio.

*Schienen.* Für die *Oberflächenstrassenbahnen* verweisen wir auf die Artikel: „International Ry. Co. Buffalo“ und „Detroit United Ry. Co“ und die auf voriger Seite aufgeführten Konstruktionen von Pittsburg und Philadelphia, endlich auf Bild 5, worauf die bei den genannten Bahnen beschriebenen Schienen-Köpfe und Profile dargestellt sind. Die bisher sehr verbreitete Schiene mit niedriger als der Kopf liegendem, flachem „Flügel“ scheint neuerdings doch mehr der eigentlichen „Rillenschiene“ Platz zu machen, jedoch einer solchen mit 12—15 mm tiefer liegendem Rillenrand.

Für die *Interurbanlinien* erwähnten wir überall ausserhalb der Stadtstrassen Vignolschienen. Angaben über Gewichte und Längen vereinigt nachfolgende Aufstellung:

*Vignolschienen der Interurban-Linien:*

| Bahn: | Detroit United | Detroit Toledo | Indiana Union | Indianapolis Cincinnati | Buffalo International | Schenectady Ballston | Chicago Aurora |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gewicht kg/m | 29,6 u. 34,4 | 34,4 | 34,4 u. 39,4 | 34,8 | 37 | 37,2 | 39,8 |
| Länge m | 9,11 | | 9,11 | 18,29 | 18,29 | | 18,29 |

*Vignolschienen von Stadt- und Fernvollbahnen:*

| Bahn: | Manhattan Elevated | New York Subway | Long Island | New York Central | Baltimore und Ohio |
|---|---|---|---|---|---|
| Gewicht kg/m | 45 | 49,2 | 49,2 (auch 39) | 40 und 45 | za. 50 |
| Länge m | 10 | 10 | 10 | 9,15 u. 10,58 | |

Wie man sieht, ist Einheit für die einzelnen Kategorien nicht erzielt, obwohl man teilweise die „70 lb. p. Yard“-Schiene (34,4 kg/m) für die Interurbanlinien als „standard“ ansieht. Bemerkenswert sind die Schienengewichte der Interurbanlinien mit Rücksicht auf die dabei überall vorkommende Geschwindigkeit von 90 bis 96 km/h. Die neueren Ausführungen zeigen etwelche Tendenz zur Verstärkung; ebenso werden *im allgemeinen* jetzt die langen 18 m Schienen bevorzugt.

Die *Schienenstösse* sind ausnahmslos für die beiden Schienen eines Geleises gegeneinander versetzt. Die *Laschen* sind bei den Interurbanlinien durchweg ge-

wöhnliche 4bolzige Doppellaschen, bei den Stadt- und Fern-Vollbahnen analog 6bolzig.

*Niveaukreuzungen.* Hier ist zu beachten, dass die Kreuzungen mit Strassen bei weitem nicht die Bedeutung haben wie bei uns: Bei der Armut des Landes an Strassen ist einmal die Kreuzungszahl pro Längeneinheit der Bahnen ungeheuer viel kleiner; sodann ist der Verkehr auf den Strassen *ausserhalb* der Städte ein äusserst spärlicher.

Bei den *Interurbanlinien* sind fast alle Strassenkreuzungen à niveau; nur solche neuere Bahnen, die bedeutenderem Fernschnellverkehr dienen sollen, beginnen sie zu vermeiden (Indianapolis-Cincinnati). Die Strassenkreuzungen à niveau beinahe alle ohne Barrièren (diese nur etwa in stark überbauten Abschnitten z. B. bei Long Island vorhanden) und ohne ständige Bewachung. Sicherung lediglich mit festen Warnungssignalen und Zugssignalen. Dasselbe gilt für Kreuzungen mit anderen Bahnen. Über das Verfahren zur Sicherung durch das Fahrpersonal siehe betreffend Bahnkreuzungen: „Buffalo International", ferner („Entgleisungs-Vorrichtungen") bei Detroit United, Indiana Union und Chicago-Aurora; betreffend Strassenkreuzungen: Buffalo International, Detroit-Jackson, Schenectady, Chicago-Aurora. Die Niveaukreuzungen der Fern-Vollbahnen sind ähnlich behandelt: siehe New York Central & H. R. R. und Pennsylvania R. R.

*Streckensignale.* Bei den bedeutenderen Fernvollbahnen sind z. T. voll ausgebildete Blocksysteme vorhanden; siehe die Artikel über die New York Central und die Pennsylvania R. R., ebenso bei der Baltimore- & Ohio-Bahn.

Bestausgebildete Blocksysteme auch bei den Stadtbahnen, wie beschrieben bei: New York Subway, Manhattan Elevated, Chicago Elevated; dasselbe bei der Vorort- und Fernbahn von Long Island.

Die Interurbanlinien besitzen trotz grösster Frequenzen und Geschwindigkeiten fast ausschliesslich nur *Weichensignale,* vom Fahrpersonal bedient (siehe Beschreibungen): nur einzelne haben auch Blocksignale, die aber nur bei Störungen, Abweichungen vom normalen Betrieb, in Tätigkeit kommen (Buffalo International).

*Direktion der Zugsbewegung* überall durch den „Train dispatcher", der bei den Interurbanlinien nur telephonisch (1 Hauptleitung, 1 Reserveleitung) mit dem Zugspersonal verbunden ist an den Haltestellen, bei neueren Bahnen auch an vielen Stellen unterwegs mittels Apparat im Führerstand (Indiana Union, Indianapolis-Cincinnati).

*Stationsanlagen* der Interurbanlinien äusserst primitiv, Aufnahmsgebäude meist ganz fehlend oder nur offene Schutzhütten; geschlossene Gebäude nur in wenigen Städten und nur dort Stationspersonal (1 „agent"). Wir verweisen noch auf die Skizzen Tafel 4 und fügen das Bild 22 einer „normalen" Stationshütte einer Überlandlinie in der Nähe von Saratoga bei.

## Elektrische Leitungen für die Stromzufuhr.

### Allgemeines.

Die *Kontaktleitungen* sind auch bei den städtischen Strassenbahnen meistens oberirdisch. Unterpflaster-Kontaktleitung im Schlitzkanal trafen wir in einigen Strassen von New York und Washington; nach der Statistik (Martin) war 1902 nur za. 1% der Geleiselänge elektrischer Bahnen in N.-A. so bedient und das System scheint auch für Strassen mit dichtestem Verkehr auszusterben.

Interurbanlinien fast ausschliesslich mit Oberleitung, auch für sehr grosse Leistungen (Buffalo-Olcott!); nur solche mit ganz besonders dichtem Verkehr (Chicago-Aurora) und Hoch- und Untergrundbahnen haben dritte Schiene.

1902 hatten von allen elektrischen Bahnen ungefähr 97 % Stromzufuhr durch Oberleitung, 1,2 % durch Schlitzkanalleitung, 1,6 % durch dritte Schiene und bloss etwa 1/10 ‰ mitfahrende Batterien.

Als *Kuriosität* sei erwähnt, dass die Strassenbahnen der Stadt *Cincinnati* (und wie es scheint noch einzelne kleinere) zufolge alter städtischer Konzessionsvorschriften heute noch 2polige Oberleitung (für Gleichstrom) ohne Benützung der Schienen als Leiter haben.

*Stromsystem der Kontaktleitung:* Bis in die neueste Zeit fast ausschliesslich Gleichstrom von 500—600 Volt. Die Statistik von 1902, die bereits 36 500 km Geleiselänge elektrisch betriebener Bahnen der Staaten aufführt, erwähnt überhaupt kein anderes System.

*Stromsystem der Übertragungsleitungen* beinahe überall Drehstrom, mit Spannungen bis 40 000 Volts.

## Oberirdische Kontakt- und andere Frei-Leitungen.

### *Tragwerke.*

Die Tragwerke überwiegend aus *Holz*masten (Statistik 1902, alle städtischen Strassenbahnen inbegriffen, nur 1/5 mit Eisenmasten).

Betr. Konstruktionen für Stadttrams siehe Buffalo, Detroit, Schenectady (siehe Tafeln 8 und 9).

An Interurbanlinien und Stadtstrassenbahnen zusammen überwiegt 1902 (Str. Ry. Stat.) die Konstruktion mit *Querspanndraht* für den Fahrdraht gegenüber derjenigen mit *Ausleger* (Konsole) mit 2/3 gegen 1/3.

Das Tragwerk bei den *Interurbanlinien* ist im allgemeinen gemeinsam für Hochspannungs-Drehstromleitung, Gleichstrom-Speiseleitungen, Kontaktdrähte und Telephonleitungen der Bahn und event. auch für andere Leitungen von Schwach- und Starkstrom: Detroit-United, Detroit-Jackson, Detroit-Toledo, Indiana Union, Schenectady Ry.; auch bei Indianapolis-Cincinnati und Schenectady-Ballston mit Hochspannungs-Wechselstrom im Fahrdraht. Teils alles an einer Stange mit Auslegern, teils an zweien mit Querspanndraht (siehe die Tafeln 8—10).

Bei Drittschienenbetrieb ebenfalls alle übrigen Stark- und Schwachstrom-Leitungen auf gemeinsamem Gestänge: Chicago-Aurora, auch Long Island; bei letzterer ausnahmsweise in neuester und bester Ausführung mit *Eisengestänge* in gleicher Benützungsart.

Bei gemeinsamem Gestänge stets die Hochspannungsleitungen zu oberst, darunter die Speiseleitungen, und hierunter die Ausleger bezw. Querspanndrähte des Fahrdrahts. Telephonschleifen bald unterhalb Hochspannung, bald (meistens) unterhalb der Speiseleitungen, bald zu allerunterst. Geringe Vertikalabstände zwischen Leitungen verschiedener Art (s. die Figuren) und keine Schutzvorkehren dazwischen.

*Telephonleitungen* sorgfältig gekreuzt: Einphasenbahn Indianapolis-Cincinnati (s. d.); siehe auch Telephonleitungen neben Drehstromfernleitungen bei Chicago-Elgin, wo auch erstere verdrillt (Tafel 14).

Seitlich des Bahnkörpers bei den meisten Linien ausserdem 1 bis 2 Gestänge für Stränge mit vielen Telephon- und Telegraphenlinien (s. z. B. Tafel 9).

**Übersicht über Tragwerke für den Fahrdraht etc. von Interurbanlinien**

| | mit Niederspannungsgleichstrom | | | | | | mit Hochspannungswechselstrom | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Name der Bahn: | Buffalo International | Detroit-United | Detroit-Jackson | Detroit-Toledo | Indiana Union | Schenectady*) | Schenectady-Ballston | Indianapolis-Cincinnati |
| Masten-Material | Holz | Holz | Zederholz nicht impr. | Michigan-Zeder nicht impr. | Zeder nicht impr. | Kastanie nicht impr. | Gelbkiefer | Weisszeder nicht impr |
| Masten-Distanz in der Geraden | za. 30 m | za. 30 m | 30-33 m | 30-40 m | 30 m | 30 m | 30 m | 30 m |
| Diese Masten tragen: für den Fahrdraht | paarweise Quersp.-Drähte od. einzeln Ausleger | paarweise Querspanndrähte | einzeln Ausleger | einzeln Ausleger | paarweise Quersp.-Drähte; neuerdings einzeln Ausleger | paarweise Querspann-Drähte | beidseitige Ausleger aus Holz | beidseitig (od. einseitig) eis. Ausleger |
| im Übrigen: Speise-Leitungen v. der Fahrdrahtspannung | auf d. Auslegern oder auf Holztraversen | (selten) auf Holztraversen | — | auf den Auslegern | auf Holztraversen oder schiefen Holzbolzen | auf Holztraversen | — | — |
| Hochspannungsdrehstromleitungen à 3 Drähte | — | auf Holztraversen 1 bis mehrere | auf Holztraversen: 1-3 | auf Holztraversen: 1-3 | auf Holztraversen: 1-2 | auf Holztraversen: 1-2 | —**) | —**) |
| Telephon-Schleifen für den Bahnbetrieb | auf Holztraversen: 2 | auf Holztraversen: 2 | auf Holztraversen: 2 | auf Holztraversen oder Holzbolzen: 2 | auf Holztraversen: 2 | auf schiefen Holzbolzen: 2 | auf schiefen Holzbolzen: 1 | auf Holztraversen: 2 |

## *Isolation und Befestigung der Drähte.*

Für die *Hochspannungs-Übertragung* meist Porzellan-Glocken, mit 2 bis 3 Glockenrandern, aus einem Stück, z. T. noch veraltete Formen; neueste Anlagen analog wie in Europa gebräuchlich (z. B. ähnlich „Δ"-Glocken). Regelmässige Verwendung von ins Porzellan eingeschraubten Holzbolzen. Drehstromleitungen gewöhnlich ungefähr ins gleichseitige Dreieck gestellt.

*Niederspannungs-Speiseleitungen.* Für Strassenbahnen auf Gebiet grösserer Städte meist unterirdische Kabel, doch nicht immer (Detroit z. B. durchgehend Freileitungen); für Interurbanlinien nur Freileitungen. (Nach der Statistik wären 1902 nur etwa 10% dieser Speiseleitungen unterirdisch gewesen). Solche Speiseleitungen auf Einfach- oder Doppelglocken, teils aus Porzellan, sehr oft aus Grünglas. Man zieht dies dem Porzellan vor, weil man alle Fehler bei solchen Isolatoren *sehen* könne; die mechanischen Eigenschaften und die Güte mit Bezug auf Oberflächen-Überleitung für bis etwa 10000 Volt hält man beim Glas für genügend; für höhere Spannungen wird dagegen jetzt im allgemeinen auch Porzellan vorgezogen.

*) Die Masten des Schenectady Railway tragen ausserdem noch verschiedene Hoch- und Niederspannungsleitungen für andere Kraft- und Licht-Übertragungen.

**) Hier sind die Übertragungsleitungen mit 30000 bezw. 33000 Volt auf besonderem Holzgestänge seitlich am Bahnkörper geführt.

Die Isolatoren fast immer direkt auf Holzbolzen aufgeschraubt; ebenso diejenigen für die *Telephonleitungen.* Letztere sind ebenfalls oft auf Isolatoren aus Grünglas (auch am Hochspannungsgestänge manchmal nur Einfachglocken — aber jetzt immer Glocken —) befestigt.

*Die Kontaktdrähte für Niederspannung* (ausschliesslich Gleichstrom) sind auch bei den Interurbanlinien an kleinen Hängeisolatoren befestigt, wie sie bei unseren gewöhnlichen Strassenbahnen gebräuchlich sind (z. B. Bronzeglocke mit Spanndrahtösen, Bolzen in Ambroin, Eisengummi oder drgl., oft auch Holz).

Die bei uns gebräuchliche „zweite Isolation" vom Fahrdraht gegen Erde (durch Schnallenisolatoren, Abspannkugeln etc.) ist nirgends angewandt, auch nicht bei eisernen Tragwerken. Man zieht sofortiges Erkennen eines Isolationsfehlers trotz Störung vor. (In Milwaukee soll eine Konstruktion angewandt sein, bei welcher die Fahrdrahtbefestigung selbst (Coulisse etc.) gar keine Isolation enthält und rein metallisch ist, um nicht durch Schläge des Stromabnehmers zu leiden; die Isolation ist ganz auf seitlich in den Spanndraht eingeschaltete Porzellanisolatoren verlegt.)

Es werden fast ausschliesslich *Klemm-Coulissen* (nicht Löt-Coulissen) für die Befestigung des Fahrdrahts am Hänge-Isolator verwendet.

Die Aufhängung des Fahrdrahts ist bei den Interurbanlinien (für Geschwindigkeiten bis 100 km/h) *stets* eine *elastische:* Hänge-Isolator entweder am Querspanndraht, oder an kurzem Spanndraht unter fester Konsole (siehe Tafeln 8 bis 10). (Bei Stadtstrassenbahnen die Aufhängung an Konsolen meist starr.)

Als *Resultat* ist, wie im Einzelnen angeführt, sehr bemerkenswert, dass an dieser einfachen Fahrdrahtaufhängung, wie wir sie für Kleinbetrieb mit geringen Geschwindigkeiten verwenden, auf vielen tausenden von Kilometern von Interurbanlinien seit Jahren regelmässig mit Geschwindigkeiten bis gegen 100 km/h gefahren wird. (Dabei ist aber sozusagen überall Profildraht verwendet, der durch die Klemmkulissen nur im obersten Teil seines Querschnitts gefasst ist.) Ein Bedürfnis nach Vielfachaufhängung ohne Durchhang und mit mehr Aufhängepunkten des Fahrdrahts empfindet man in N.-A. bei diesen Niederspannungsbetrieben nicht; auch das hölzerne Gestänge hält man für durchaus ausreichend.

Betr. *spezielle Aufhängung und Isolation der Fahrdrähte für Hochspannungs-Einphasenstrom* sei auf Schenectady-Ballston, Indianapolis-Cincinnati, und Versuchsgeleise Westinghouse verwiesen. Wir fügen noch die Konstruktionen für diesen Zweck von der Bloomington-Pontiac- und der Lansing-St. Jones-Bahn bei, die wir zwar nicht besuchen konnten, die uns aber durch Übergabe von Publikationen darüber näher bekannt wurden. Den letzteren sind die Skizzen der Tafel 13 entnommen.

Die *Höhe des Fahrdrahts über Boden* ist bei den Strassenbahnen auf Stadtgebiet wie bei den Interurbanlinien im allgemeinen 5 bis 5 1/2 m.

*Zahl und Art der Fahrdrähte.*

In *Stadtstrassen* sind, auch wo ausnahmsweise eingeleisige Linie, meist zwei Fahrdrähte gespannt. Teilweise, aber seltener, ist dies zur Erhöhung der Sicherheit sowie um infolge Wegfalls der Luftweichen ein Durchfahren der Kreuzungen mit unverminderter Geschwindigkeit zu gestatten, auch bei *Interurbanlinien* der Fall (Detroit-Jackson). Gewöhnlich haben Interurbanlinien nur 1 Draht pro Geleise (Buffalo Intern., Detroit United, Detroit-Toledo, Indiana Union, Schenectady Ry.). Auch bei den wenigen Linien mit Hochspannungs-Einphasenstrom ist dies der Fall, allerdings mit Vielfachaufhängung.

Das *Material* der Fahrdrähte ist durchwegs harter Kupferdraht; die

*Querschnitte* grösser als im allgemeinen in der Schweiz üblich: Der einzelne Fahrdraht hat meistens 80 mm², gelegentlich zirka 100 mm² (Interurbanlinien der Schenectady Ry. z. B.). Sozusagen ausschliesslich wird „Profildraht" verwendet: Weniger eigentlicher „8er-Draht" (Lemniskatenform, bei der übrigens der unterhalb der Längskerbe befindliche Teil des Querschnitts meist auch wesentlich grösser ist als der obere), als vielmehr, namentlich bei neueren Anlagen, ein Drahtquerschnitt, der im ganzen eine Kreisfläche bildet, von der nur ungefähr im oberen Viertel sehr wenig weggenommen ist zur Bildung zweier Kerben (Rillen) für die Klemmbefestigung (siehe z. B. die Figuren betr. die Indianapolis-Rushville-Bahn, auf Tafel 12).

*Verstärkung durch Speiseleitungen,* als Freileitungen längs dem Fahrdrahtgestänge, bei Gleichstrom-Niederspannung ausgiebig benützt, oft mit mehreren Kupferseilen bis etwa 250 mm² Einzelquerschnitt.

Bezügliche *Betriebserfahrungen resümierend* sei nochmals hingewiesen auf die mit diesen einfachen Fahrdrähten und Speiseleitungen sowie gewöhnlichen Rollenstromabnehmern und Gleichstrom von 500 Volt erzielten *erstaunlich hohen Zugs-Leistungen,* wobei die Speisestationen doch nicht sehr nahe aneinander liegen. Vergl. z. B. Buffalo International Ry. mit Zugsleistungen über 1000 PS bei dichter Zugsfolge. Betr. *Zulassung grösserer Spannungsabfälle* siehe z. B. Detroit-Jackson.

**Schutz verschiedener Leitungen gegeneinander und dgl.**

*Niederspannung gegen Hochspannung* hat bei der, die Regel bildenden Parallelführung auf demselben Gestänge keinen anderen Schutz als den Vertikalabstand von za. 1 bis 1¼ m der Drähte.

Ebenso *Schwachstrom gegen Starkstrom* bei Parallelführung auf demselben Gestänge. Gegen induktorische Wirkung auf solche Telephonleitungen sind letztere überall als oft (d. h. za. alle 100—500 m) gekreuzte Schleifen ausgeführt (siehe z. B. Detroit-Toledo, Indiana Union); manchmal sind auch die Starkstromleitungen verdrillt (Aurora-Elgin-Chicago). Bei Einphasen-Fahrdrahtstrom alle 150 m gekreuzte Telephonschleifen am gleichen Gestänge bei Indianapolis-Rushville.

Bei Kreuzungen vieldrähtiger Telephonstränge über städtische Strassenbahnfahrdrähte geerdete Schutzdrähte über ersteren (siehe Buffalo). Die Telephonleitungen in den grösseren Städten sind jetzt meistens Kabel; von Kreuzungen von Telephon- über Bahndrähten ausserhalb der Städte kann wegen Seltenheit der ersteren kaum gesprochen werden.

Besondere Vorkehren gegen Drahtbruch fanden wir nirgends.

Die *Erfahrungen* mit geschilderter gemeinsamer Führung der Freileitungen verschiedenster Art sind keine schlechten. Überall bestätigte man, dass Gefährdungen durch Drahtbruch und Berührung von Drähten höherer Spannung mit solchen niedrigerer bei diesen Parallelführungen überhaupt nicht oder nur sehr selten vorgekommen seien längs des stets unter Augen stehenden Bahnkörpers.

Auch der eigene Telephondienst gehe überall tadellos (tatsächlich dient er ja überall der Zugsdirektion durch den train dispatcher). Die grossen (privaten) Telephongesellschaften benützen, wie bei Schenectady Ry. bemerkt und auf Tafel 9 gezeigt, oft ebenfalls meilenweit Parallelführung längs diesen Gleichstrombahnen, was ebenfalls auf unwesentliche Beeinflussung schliessen lässt.

Betr. störungslosen Telephonbetrieb längs *Wechselstrombahn* verweisen wir auf „Indianapolis-Cincinnati".

*Personalgefährdungen,* hervorgerufen durch die Parallelführung von Hoch- und Niederspannung und Schwachstrom auf demselben Gestänge, sollen nach allgemeinem Urteil selten sein. Wir halten dies nicht für unwahrscheinlich, weil der amerikanische Facharbeiter überhaupt viel weniger in der Art ringsum behütet und geleitet wird wie der unsrige; er wird gegenteils viel mehr auf seine Intelligenz angewiesen, er weiss, dass er nach allen Richtungen selbst für sich zu sorgen und aufzupassen hat, und bewahrheitet den Satz: „Eine bekannte Gefahr ist keine Gefahr". Man kann überall beobachten, dass im allgemeinen der amerikanische Arbeiter zweckmässiger und umsichtiger handelt als der unserige.

Die *Führung verschiedenster Schwach- und Starkstromleitungen auf demselben Gestänge als Freileitungen* kommt übrigens *nicht nur für Bahnzwecke,* sondern überhaupt auch heute noch in grossen amerikanischen Städten vor, obwohl z. B. New York, Philadelphia, Buffalo, Chicago etc. in den zentralen Teilen die unterirdische Verlegung angeordnet haben. Solche Freileitungen mit zahllosen Drähten für alle Spannungen und Stromarten in den belebtesten Strassen wie auf den Bildern 52 und 53 sieht man z. B. in Hoboken, Niagara Falls, aber auch in den äusseren Teilen von Chicago, Detroit, auch in ganz Pittsburg, aus welcher Stadt z. B. die Bilder 54 und 55 stammen. Die Leitungen gehören oft verschiedenen Gesellschaften, den Unterhalt scheint aber jeweilen nur eine zu besorgen, oder es haben sich geradezu *besondere* Unternehmungen gebildet, welche für alle diese Gesellschaften den Unterhalt aller Leitungen am gemeinsamen Gestänge übernommen haben. Auf dem Bilde 56 ist Mannschaft einer solchen Reparaturunternehmung an der Arbeit an einem Gestänge für Hoch- und Niederspannung und Schwachstrom (Pittsburg).

Diese Art Leitungsbau ist gewiss nicht vorbildlich. Aber ihre Verbreitung ohne wesentliche Nachteile beweist doch, dass man damit auskommen kann und in diesen Dingen bei uns doch wohl manchmal etwas zu ängstlich ist.

*Gesetzliche Vorschriften* über Leitungsanordnung bestehen keine. Der Union steht keine Gesetzgebung über dergleichen zu, den einzelnen Staaten offenbar nur sehr lückenhaft.

*Bestimmungen über Ausführung und Betrieb technischer Anlagen überhaupt* können im allgemeinen nur die *Gemeinwesen,* die *Städte,* treffen, aber in der Hauptsache auch nur soweit es die Benützung städtischen Grundes betrifft.

Über Freileitungen, wo solche nicht von den Städten für gewisse Teile direkt verboten werden konnten, bestehen auch seitens der Gemeinwesen sozusagen keine Vorschriften, insbesondere keine technisch detaillierten etwa über Festigkeit oder andere Eigenschaften des Materials. Wenn gewisse Regeln über Abstände und drgl. eingehalten werden (siehe Buffalo), so sind dies interne Bestimmungen der Gesellschaften selbst oder Konventionen zwischen mehreren solcher.

Ausser den geschilderten Abweichungen sind aber trotzdem die tatsächlichen Eigenschaften der verwendeten Materialien und die Güte der Konstruktionen meist ebensogut bezw. direkt gleich wie bei uns, einfach infolge des Bedürfnisses der Unternehmungen selbst.

**Schienenverbinder.**

*Art der Verbinder.* Die elektrische Verbindung der Schienen durch *Metall-Pasta* fanden wir nirgends in Verwendung. Die International Ry. Co. Buffalo, die eine Zeit lang diese „plastic bonds" verwendete, verliess sie (s. d.).

Verbinder *aus Kupfer,* mit Köpfen, in denen das eigentliche Verbindungsstück endigt und die im Schienensteg besonders befestigt werden, sind fast durch-

wegs verwendet. Die Vernietung der Verbinderköpfe in der Schiene durch eingetriebenen Stahlstift wird zufolge Erfahrungen über Lockerung eher verlassen (Detroit) gegenüber dem Verfahren des Einpressens fester Kupferköpfe mit starken Zangen oder auf hydraulischem Wege.

Vom vollen, ungeteilten Querschnitt des Verbinderstücks kommt man bei grösseren Querschnitten ab, und verwendet fast ausschliesslich solche „bonds", bei denen das Verbindungsstück aus dünnen Lamellen besteht, an welche die Köpfe, das ganze aus einem Stück, angepresst sind. (Siehe Bild 7, darstellend eine Reihe verschiedener solcher Verbinder, die sukzessive bei der New York Central R. versucht wurden.) Diese Verbinder werden überall als durchaus bewährt und keine Mängel mehr bietend bestätigt; das sehr biegsame, gewöhnlich in S-Form gebogene Verbindungsstück kann bei Ausdehnung und Bewegung der Schiene keine Kräfte übertragen, sodass Lockerung der Köpfe in den Schienen nicht mehr vorkommt.

Auf den Interurbanlinien besonders sind diese Verbinder oft, um sie gegen Entwendung und Beschädigung beim Krampen zu sichern, „geschützt", d. h. durch die Lasche verdeckt; dieses Verfahren ist z. B. auch bei New York-Subway, Long Island etc. angewandt. (S. d. und die Bilder 8 und 9).

Als *Verbinder „dritter Schienen"* sind überall die vorgenannten verwendet; wir verweisen auf Baltimore & Ohio, Chicago-Aurora, New York-Subway, Long Island, New York Central.

*Zahl und Querschnitte* der angewandten Verbinder variieren sehr: An den Fahrschienen gehen sie von je einem Verbinder von etwa 80—100 mm² Kupferquerschnitt bei vielen Interurbanlinien, 2 × 100 mm² bei Chicago-Elgin, 2 × 175 mm² bei B. & O. bis zu (an vier Geleisen für eines) 8 × za. 100 mm² bei N. Y. Central. An den dritten Schienen kommen vor 1 bezw. 2 × 100 mm² bei Chicago-Elgin und New York Central, 1 × 200 mm² bei B. & O., und 4 × 135 mm² beim New York-Subway. (Die Querschnittszahlen sind ungefähre.)

Der *geschweisste Stoss* hat bei Strassenbahnen (mit eingebetteten Schienen) manche Anhänger gefunden. 1902 waren za. 8 % der Geleiselänge der amerikanischen elektrischen Bahnen mit Schweisstössen versehen, allerdings meist in grösseren Städten. Wir verweisen auf die Angaben bei Buffalo (elektrische Schweissung; durchschnittlicher Bruch seit 1899: za. 1 % per Jahr) und bei „Detroit United" (elektrische und Thermit-Schweissung, letztere als bequemer vorgezogen, mit za. 5 % Bruch jährlich). Beide Fälle beziehen sich auf äusserst stark frequentierte Schienen, die z. B. in Buffalo täglich längere Zeit alle zwei Minuten (während der Ausstellungszeit war es alle 30 Sekunden) von einem schweren Vierachser befahren werden.

*Elektrolytische Wirkungen der Erd-Rückströme* sollen angeblich jetzt nirgends mehr von wesentlicher Bedeutung sein. Es ist dies trotz der gewaltigen Ströme amerikanischer Bahnnetze nicht unglaubwürdig, da die bedeutenderen Bahnen jetzt wirklich alle in vorzüglicher Weise mit besten Verbindern versehen und von dem früher offenbar unzulänglichen Stand auf eine nach dieser Richtung beste Ausführung gehoben zu sein scheinen. (Rückleitungskabel scheinen allerdings noch spärlich verwendet zu werden.)

**Konstruktionen dritter Schienen.**

Resümierend sei hier nochmals verwiesen auf das über die *Entwicklung dieser Konstruktion* bei den Artikeln über die Bahnen: Baltimore & Ohio, Chicago-

Aurora-Elgin, Manhattan-Elevated, New York-Subway, Long Island, und New York Central & Hudson R. R. gesagte, sowie auf die Tafeln 15 bis 20.

Die nachstehende Tabelle (siehe Seite 208) soll eine weitere Übersicht der Verhältnisse geben, wobei die älteren Konstruktionen an den Anfang gestellt und auch die in den vorerwähnten Tafeln dargestellten Ausführungen beim Versuchsgeleise der General Electric Co. und auf der Wilkesbarre & Hazelton Railway aufgenommen seien.

Die *Erfahrungen* welche aus der Entwicklung der Drittschienenkonstruktionen und deren Betrieb in Nordamerika sich ergeben, können wir nochmals wie folgt zusammenfassen:

*Isolatoren* lassen sich für dritte Schiene heute erstellen, die gleichzeitig perfekte Isolation und vorzügliche mechanische Festigkeit haben; besonders bewährt diejenigen aus „reconstructed granite". Auch bei schlechteren Isolatoren ist die Isolation praktisch noch genügend: Versuchsgeleise New York-Central, noch mit älteren Isolatoren und ungenügend isolierten Zuführungen: 0,5 KW Verlust pro km Geleiselänge als Maximum bei schlechtestem Wetter, d. i. zirka 0,4 % der Maximalleistung der Speisestation; bei Chicago-Aurora mit Holz-Isolatoren ebenso bis 1 %.

Die *Unfälle* durch dritte Schiene sind nicht so zahlreich wie a priori zu erwarten; selbst Bahnen mit ungeschützten Schienen haben nur wenige zu verzeichnen, welche meist Personen betreffen, die unbefugter Weise das Bahnterrain begingen (Chicago-Aurora). Übrigens schliessen neueste und bewährte Schutzkonstruktionen eine zufällige Berührung fast absolut aus (Long Island Railway, New York-Central und H. R. R.!).

Betreffend die *Betriebssicherheit im Winter (Schnee, Glatteis):*

Ungeschützte Schienen im hohen Norden der Staaten haben grosse Schwierigkeiten und viel Betriebsunterbrechungen durch Glatteis und Schnee gezeigt. (Dies u. a. nach persönlichen Mitteilungen eines beim Betrieb der Grand Rapids und Muskegon Railway beteiligt gewesenen Herrn.) Dies jedoch unter ausserst ungünstigen klimatischen Verhältnissen, wie sie in der Schweiz nur im Gebirge vorkommen.

Etwas südlicher, in einem Winterklima das in dieser Beziehung immer noch bedeutend ungünstiger ist als das der Schweizer Hochebene (es liegt in dieser Gegend jährlich regelmässig von Ende November bis März fusshoch Schnee und der Eriekanal ist ebensolange zugefroren), hat die Albany-Hudson Railway, seit mehreren Jahren in Betrieb, bei Träufeln billigen Rohcalciumchlorids und mit Anwendung von Kratzern keine irgendwie wesentlichen Störungen gehabt im Winterdienst (Mitteilung von Herrn Steinmetz und Litteraturnachricht).

Gleiche, gute Erfahrungen bei ungeschützter Schiene, lediglich mit Träufeln von Calciumchlorid, bei der Chicago-Elgin Railway und der Baltimore & Ohio. Bei der New York Elevated mit demselben Mittel und gleichzeitiger intensiver Anwendung von Kratzern im allgemeinen ebenfalls keine wesentlichen Störungen, mit Ausnahme von Tagen der berüchtigten New Yorker Winterstürme mit Schnee und Eisnadeln, gegen deren fast unglaubliche Wirkungen aber auch andere Betriebe umsonst kämpfen. Bei den Chicagoer Hochbahnen ist dieselbe Konstruktion im Winter störungslos im Betrieb mit gleichen Mitteln. Das häufige Fahren bei diesen Bahnen hilft allerdings sehr dazu, den Ansatz von Eis zu verhindern.

Bei den neueren, von oben geschützten Schienen ist nun auch bei seltenerem Verkehr ein störungsloser Winterbetrieb erfahrungsgemäss gesichert; Beispiel und Beweis unter anderem die Wilkesbarre- & Hazelton Railway, seit 1903 im

*Übersicht über Ausführungen dritter Schienen.*

| Name der Bahn: | Baltimore & Ohio | Chicago Aurora-Elgin | Manhattan Elevated | Versuchsgel. General Electric Co. | Wilkesbarre und Hazelton | New York Subway | Long Island | New York Central & H. R. R. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Der dritten Schiene Profil | Vignol | Vignol | Vignol | Rechteck | Vignol | Vignol | Verbreit. Vignol | Symetr. I u. Kupfersell |
| Gewicht kg m | 37 | 49,2 | | | | 37 | 50 | 38 |
| Eisensorte | | „Weichkohlen“ | | | | Spezielle | Spezielle | Spezielle |
| Leitfähigkeit im Verhältnis zu Kupfer | | | za. 1/8 | | | za. 1/8 | za. 1/8 | za. 1/7 |
| Isolatoren | Steingut oder Klinker; jetzt reconstructed granite | Paraffin. Holzwürfel werden ersetzt durch reconstructed granite | Erst paraff. Holzwürfel, dann Steingut- oder Klinker-Würfel; jetzt reconstructed granite | Steingut-Blöcke | Steingut-Blöcke mit Tropfrand | Reconstructed granite, Würfel mit Tropfrand | Steingut- oder Klinker-Würfel mit Tropfrand | Versch. Steingut- u. Klinkerformen vers.; jetzt 2teilige reconstructed granite |
| Befestigung der Schiene am Isolator | Auflage auf Weichguss-kappe, verschiebbar | Auflage auf Weichguss-kappe, verschiebbar | Auflage in Weichguss-klammer | Unmittelbare Auflage durch Gewicht | Auflage auf Weichguss-kappe | Auflage auf Weichguss-klammer | Auflage auf Weichguss-klammer | Hängend mittels Klammern an Gusskonsole |
| Kontaktschuh | Mitten über Schiene | Mitten über Schiene | Mitten über Schiene | Seitlich der Schiene | Seitlich der Schiene | Seitlich der Schiene | Seitlich der Schiene | Seitlich der Schiene |
| Bestreichung d. Schiene | von oben | von oben | von oben | von oben | von oben | von oben | von oben | von unten |
| Schienen-Schutz: Auf freier Strecke | Beidseitig vertikale Bretter | Keiner | Vertik. Brett auf äusserer Geleiseseite | Breites U-Eisen über Schiene | Horizontales Brett über Schiene | Vertik. Brett seitlich auf äusserer Geleiseseite und horizont. Brett über der Schiene | Vertik. Brett seitlich auf äusserer Geleiseseite und horizont. Brett über der Schiene | Umschliessung der Schiene durch Holzleisten, vollständig, mit Ausnahme der unteren Bestreichungsfläche auf ganzer Länge überall |
| Bei Wegübergängen | Beidseitig vertikale Bretter | Keiner | Vertik. Brett auf äusserer Geleiseseite | — | Horizontales Brett über Schiene | | | |
| In Stationen | Beidseitig vertik. u. oben horizontale Bretter, bis auf Schlitz geschlossen | Dritte Schiene auf, d. Perron abgewandter Geleiseseite, ohne Schutz | Dritte Schiene wesentlich tiefer als Holzperron | — | | Dritte Schiene unter vorspringendem Boden des Einsteig-Perrons | Ausser vorigem noch seitl. Brett auf d. inneren Seite der Schiene | |
| Mittel gegen Eisbildung | Träufeln von Calcium-Chlorid, keine Kratzer | (Calcium Chlorid), keine Kratzer | Kratzer und Calcium-Chlorid | | Keine besonderen | Keine besonderen | Keine besonderen | Keine besonderen |

Betrieb, wo nachts von 12—6 Uhr gar keine Züge laufen, in der übrigen Zeit nicht häufiger als alle Stunden (Stillwell).

Endlich hat sich die Schiene der New York-Central Railway (s. d.) mit unterer Bestreichung durch mehrere strenge Winter als durchaus betriebssicher und voraussichtlich das beste, unter allen Umständen genügend gegen Eis- und Schneewirkung erwiesen.

Die zu diesen neueren Anordnungen gehörigen Kontaktschuhkonstruktionen haben ebenfalls Tauglichkeit und Betriebssicherheit bei ungünstigsten Winterverhältnissen und höchsten notwendigen Stromstärken bewiesen (N.Y. C. u. H. R., New York Subway, Long Island, Wilkesbarre- & Hazelton etc.).

Die Erfahrungen mit den neuen Konstruktionen dritter Schiene stellen fest, dass diese Zuführungsart heute auch für Winterbetrieb in ungünstigem Klima zuverlässig und betriebssicher ausgeführt werden kann.

## Kraftwerke für Stromerzeugung.

### Werke für Lieferung von Gleichstrom an den Fahrdraht.

*Allgemeines.* Es handelt sich meistens um *Umformerwerke,* da nur wenige der mit Gleichstrom betriebenen Bahnen so geringe Ausdehnung haben, dass das Primärwerk direkt speisen kann. Die Spannung ist überall za. 500—650 Volt.

*Anzahl bezw. Rayon und Distanz der Umformerwerke.*

Die mittlere Distanz der Umformerstationen, bezw. die einer solchen zugewiesene Streckenlänge beträgt

| | für die Interurbanlinien | | | | | | für die Vorort- und Stadtbahnen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | International Buffalo | Detroit-Jackson | Detroit-Toledo | Indiana Union | Schenectady-Railway | Chicago-Aurora-Elgin | Long-Island | New York Subway |
| km | 24 | 16 | 22,5 | 16 | 25 | 16 | 12 | 4 |
| | Oberleitung | | | | | Dritte Schiene | | |

*Akkumulatorenbatterien* werden bei den Interurbanlinien sozusagen nie verwendet, bei den Stadtstrassenbahnen regelmässig. Auch die bedeutendsten Stadtbahnunternehmungen verwenden dagegen relativ wenig Batterien (so New York-Subway bis jetzt keine); überall wo sie vorkommen, ist ihre Leistung relativ klein, sodass sie nur einen sehr kleinen Teil des Betriebes bedienen könnten (siehe Detroit, Long Island, Metropolitan-West Side Chicago). Das hängt wohl damit zusammen, dass man im ganzen Lande kurze Störungen von Betrieben mit mehr Gleichmut erträgt als bei uns; ferner ist für die Erreichung eines Belastungsausgleiches der Dampfmaschinen bei den niedrigen Kohlepreisen weniger Ursache als bei uns. Die Motoren arbeiten daher fast überall mit sehr schwankender Belastung (siehe nachstehend betreffend Primärwerke).

*Maschinerie der Umformerwerke.* Es wird ausnahmslos von Drehstrom, meist mit 25 Perioden (1 Fall, Schenectady, mit 40) auf Gleichstrom umgeformt mit *Einanker-Umformern,* die bei den Interurbanlinien in Einheiten von nicht unter 300, 500 etc. KW vorkommen, bei den grösseren Betrieben (Stadtbahnen) bis 1500 KW, sechsphasig bedient (siehe New York Subway, Manhattan Elevated, Long Island).

Die zugehörigen *Transformatoren* sind teils als Gruppen von drei einphasigen, teils als Drehstrom-Einheiten je von der Stärke der Umformer stets den letzteren

einzeln zugeteilt, ohne Niederspannungs-Sammelschienen und mit sehr wenig Zwischenapparaten zwischen Transformer und Umformer.

Transformatoren und Umformer stets in ein und demselben Saale, die ersteren luftgekühlt, mit Pressluft- und Hochspannungskammer im Souterrain.

*Anlassen der Umformer* meist vom Drehstrom aus, teils asynchron unter Verwendung mehrerer (meist dreier) Spannungsstufen der Transformer (Buffalo, Schenectady, an beiden Orten ab Wasserkraftwerken), teils mittels an jeden Umformer gekuppeltem Asynchron-Anlassmotor (Detroit-Toledo, Indiana Union, Long Island); im letztern Falle dient ein besonderer, für die verschiedenen Anlassmotoren gemeinsamer Transformatorensatz zur Speisung derselben. Betreffend besondere Art Anlassen vom Gleichstrom aus siehe New York Subway.

*Spannungs-Erhöhermaschinen* selten verwendet (Detroit).

*Bedienungspersonal* sehr wenig, auch in grossen Stationen (Detroit) oft nur 1 Mann. Bei den Interurbanlinien die Umformerwerke mit Stationsanlagen des Fahrdienstes verbunden und nebenher besorgt vom „agent“ der betreffenden Station (Einnehmer und Güterexpediteur, einzige Person der Station).

## Werke für die primäre Energielieferung.

*Allgemeines.* Energielieferung von *Wasserkraft* mangels solcher im Osten selten, doch einige sehr bedeutende Ausnahmen: Niagara Falls (siehe Buffalo), Spiers Falls (siehe Schenectady). Die Wasserkraftwerke liefern Drehstrom und zwar durch dieselben Fernleitungen für Interurbanlinien, Stadtstrassenbahnen, Industriemotoren und Beleuchtung, für letztere aber stets durch Umformung auf Gleichstrom in Parallelschaltung mit Batterien. Auch ist die erforderliche Leistung für die betreffenden Bahnen im Verhältnis zur Grösse des Kraftwerks und dessen Generatoren in diesen Fällen klein.

Im übrigen *Dampfkraft* im grössten Masstabe.

*Dampfmaschinen:* Nur in älteren Anlagen kleinere Einheiten von 400, 600 etc. PS und (vereinzelt) vertikale Schnelläufer; meist auch bei den Interurbanlinien grosse langsam laufende, horizontale, zweizylindrige Kolbenmaschinen von 1000 bis 2200 PS (z. B. Indiana Union, Aurora-Elgin, Indianapolis-Rushville), grösste Einheiten an Kolbenmaschinen, von 7500 PS, bei Stadtbahnen (New Yorker Untergrund- und Hochbahn); Dampfturbinen in den neuesten Anlagen (Long Island, Einheiten von 8000 PS, Parsons). (In den neueren Zentralen für Lichtabgabe hat sich dagegen jetzt *ausschliesslich* die Dampfturbine, meist die vertikale Curtis'sche, in Einheiten von 5000, 10 000 und 15 000 PS eingebürgert.)

Betreffend *Kessel* (überall Wasserröhrenkessel) und *Feuerung* (meist mechanische) sei auf die einzelnen Artikel verwiesen.

*Elektrische Generatoren:* Mit wenigen Ausnahmen für Stadtbahnen und kurze Strecken (Detroit, Chicago Hochbahn, Baltimore Tunnels), in denen direkt Gleichstrom von za. 600 V erzeugt wird, sind es ausnahmslos *Drehstromgeneratoren,* und zwar, im Anschluss an die Standard Fabrikation für die Kraftzentralen für Industriemotoren und Beleuchtung durch Umformung, beinahe ausschliesslich für 25 Perioden pro Sekunde. So auch für die Einphasenbahnen bei Schenectady und Indianapolis (an letzterer Stelle angeschafft *vor* dem Entschluss auf Einphasenbetrieb), unter Umwandlung auf Zweiphasenstrom bei der Auftransformierung.

*Spannung der Generatoren* bei Interurbanlinien oft niedrig, d. i. 300—400 V, um durch Einankerumformer oder unmittelbar ab Kollektoranker auch aus dem Primärwerk Gleichstrom von 500—600 V abgeben zu können (Detroit-Jackson,

Detroit-Toledo, Indiana Union). Bei neueren Interurbanlinien und den grossen Stadtbahnen dagegen mittelhohe Spannung: Aurora-Chicago 2300 V, New York-Subway, Elevated, Long Island, New York Central 10—11000 V, d. i. unmittelbar die für die Verteilung in Kabeln verwendete Spannung.

*Erregung:* Stets mit separat, meist durch Drehstrom-Asynchronmotoren angetriebenen Maschinen, wozu dann je 1—2 Gruppen mit besonderem Dampfmaschinenantrieb kommen, die jedoch nur zum Beginn oder als Reserve in Betrieb treten, oder ständig da wo keine Erregerbatterie parallel geschaltet ist. Letzteres ist nur bei den grössten Anlagen der Fall (s. z. B. New York-Subway, Long Island).

*Auftransformierung.* Bei den grossen Stadtbahnen mit Kabelverteilung mit 10—12000 V fehlt diese. (Die 11000 V. sind auch die für die grossen Beleuchtungszentralen gewählte Normalspannung für die Drehstrom-Kabelverteilung.)

Bei den Interurbanlinien wird, für Freileitungsübertragung, auf 16000 bis 30000 V auftransformiert.

Vorzugsweise wird ein Transformatorensatz gleicher Leistung jedem Generator ohne Zwischenapparate zugesellt, d. h. es sind keine Unter-, nur Oberspannungssammelschienen da (Detroit-Toledo, Indianapolis-Cincinnati, Chicago-Aurora), während ältere Anlagen noch Unterspannungssammelschienen haben (Detroit-Jackson). Bemerkenswert ist die Zuweisung von Transformatoreneinheiten an die abgehenden *Linien* bei der Indiana Union Traction Co.

Die Transformatoren der Kraftwerke sind grösstenteils aus unterirdischen Pressluftkammern gekühlt und stehen meist im Maschinensaale, doch mit Ausnahmen (siehe Detroit-Jackson, Indiana-Union).

*Schaltanlagen.* In älteren und ausnahmsweise auch noch in neueren Anlagen gedrängt und wenig feuersicher (siehe Detroit United, Detroit-Jackson, Detroit-Toledo), in neueren mit mehr Platz, sehr feuer- und betriebssicher und fast ausnahmslos mit elektrischer Fernbetätigung, z. T. in höchster Vollendung (siehe z. B. New York-Subway). Sehr vollständiges Instrumentarium an Wattmetern, Phasenmessern, Elektrizitätszählern etc. für die Kontrolle des Betriebs.

Blitzschutz meist die Systeme mit Vielfachfunkenstrecke (z. B. Westinghouse' „Low equivalent lightning arresters").

Vorrichtungen für Isolationsprüfung während des Betriebs fehlen überall ganz, sowohl in der Hochspannung als im Niederspannungsgleichstrom.

## Prinzipien der Stromverteilung, Unterteilung der Netze etc.

*Allgemein* wird vor allem anderen darauf ausgegangen, die normale Schaltung so anzuordnen, dass Störungen möglichst lokalisiert werden und sofort der Ort des Fehlers erkennbar ist; dies selbst unter völliger Aufgabe des Bestrebens nach guter Ausnützung des Leitungskupfers. Wenn immer möglich soll die Fehlerstrecke direkt in dem Primärkraftwerk selbst ersichtlich gemacht werden.

Im *Hochspannungsdrehstrom* sind die Sammelschienen niemals Ringleitungen. Bei den Interurbanlinien geht für jede einzelne Umformerstation je eine besondere Fernleitung mit eigenem Überlastungsschalter ab. (Siehe die eigentümliche Durchführung dieses Prinzips bei Indiana Union.) So auch bei der Einphasenbahn bei Indianapolis für die Transformerstationen, die ohne Apparate sind und nur eine Sektion speisen. Betreffend die etwas komplizierteren, aber auf ähnlichen Grundsätzen beruhenden Anordnungen bei New York-Subway und Long Island s. d.

Im *Niederspannungsgleichstrom* hat im allg. auch jede Fahrdraht-Sektion besondere Speiseleitung mit Überlastungsautomat. Für die beschriebenen eigenartigen Anordnungen bei New York-Subway und Long Island sei auf die betreffenden Artikel verwiesen.

## Rollmaterial für den elektrischen Betrieb.

### Motorwagen und zugehörige Anhängewagen.

*Allgemeines.*

Als *Motorwagen* kommen neben Personenwagen bei den Interurbanlinien und teilweise auch den Stadtstrassenbahnen noch solche für Expressgut, für Gepäck und Personen, Unionspostwagen, dann Speisewagen und, laut Statistik, vereinzelt auch Schlafwagen vor; daneben Strassensprengwagen und Wagen für alle Zwecke des eigenen Dienstes, besonders viele Schneepflüge.

*Allgemeine Bauart und Ausrüstung.*

*Achsenzahl* bei allen (auch Strassen-)Bahnen: 4, und zwar $^2/_2$ *Drehgestelle*, mit seltenen Ausnahmen für Stadtstrassenbahnen (Detroit), wo 2 Achsen. Die Drehgestelle in sehr wenigen Standard-Modellen. Fast durchweg sehr gute Abfederung, auch auf kleinsten Bahnen.

*Geschlossene Wagenkasten* die Regel; Ausnahme: die Sommerwagen der Stadtstrassenbahnen (und auch einiger Interurbanlinien), offen, mit durchgehenden Quersitzen.

Wagenkasten auch bei Stadtstrassenbahnen und kleinsten Überlandbahnen für unsern Masstab lang und schwer; Dach und ganze äussere Form für Erzielung geringen Luftwiderstands ausgebildet.

*Innere Einrichtung für Personen* nach der Norm der Voll-Dampfbahnen: Mittelgang, links und rechts Zweier-Quersitze mit gerader Lehne, die umklappbar sodass Fahrgäste stets vorwärts sehen. Sitzgrösse und Sitzplatz überhaupt wesentlich beschränkter als bei uns.

Raucherabteil, wenn überhaupt vorhanden (nicht häufig!) stets wesentlich kleiner als der Nichtraucherraum ($^1/_5$ bis höchstens $^1/_3$ Raucherplätze).

Gepäckraum in einigen Personenwagen bestimmter Züge der Interurbanlinien (Detroit-Toledo, Indiana Union, Indianapolis-Cinçinnati z. B.). Diese Räume, meist mit Klappbänken, auch für Personenaufnahme.

Abort und Toilette in durchgehenden Interurban-Wagen (Detroit-Jackson, Detroit-Toledo, Indiana Union, Indianapolis-Cincinnati).

*Führerstand* fast ausnahmslos nur an *einem* Ende des Wagens bei allen Interurban- und Stadtbahn-, aber auch den meisten Stadtstrassen-Wagen; vermittelst Durchlaufen einer Geleiseschleife an der Endstation wird der Führerstand immer vorne gehalten. (Chicago-Aurora beidseitig Führerstände). Mit Ausnahme der Sommerwagen von Stadtstrassenbahnen und der älteren Hochbahnwagen sind diese Führerstände vom Wagenkasten umschlossen. Bei Stadt- und Überlandbahnen sind sie meist dem Publikum nicht zugänglich (Long Island, Hochbahnen New York und Chicago, New York-Subway, Aurora-Elgin-Chicago, Detroit United, Detroit-Jackson, Detroit-Toledo), oder dann nur als Notplätze von innen aus bis an eine Barrière (Buffalo International, Indianapolis-Cincinnati, Schenectady-Ballston). Bei den Stadtstrassenbahnen sind die Führerstandsplattformen unbeschränkt für Stehplätze der Fahrgäste verwendet.

Die *Kupplungen* sind überall zentrale, in verschiedener Ausführung. Bei leichteren Interurbanlinien z. B. Trompetenkupplung (Buffalo); bei grösseren die normale Kupplung der Dampfbahnen in Verbindung mit der Westinghouse' Reibungsanordnung; auch *selbsttätige* (sowohl mechanische als elektrische und Brems-Leitungen kuppelnd) in Versuch (Long Island).

*Bremsen.* Elektrische Kurzschlussbremse, auch bei Strassenbahnen, kaum im Gebrauch, oder wieder aufgegeben (Detroit), bes. wegen des grossen Wagengewichts; elektrische Schienenbremse (Westinghouse) dagegen auf Strassenbahnen, besonders solchen mit grösseren Gefällen, ziemlich viel und mit Erfolg verwendet (Pittsburg, Albany z. B.).

Im Übrigen *überall* die direkte Luftdruckbremse, meist „Westinghouse straight air", nur ausnahmsweise andere Systeme (Detroit die sehr ähnliche „National electric", Indiana Union die von Christensen); ausserdem Handbremse, die sehr selten gebraucht.

Neuere Interurbanlinien (Indianapolis-Cincinnati, Aurora-Chicago, Long Island) haben ausserdem die *automatische* Westinghouse-Bremse, die bei den Stadtbahnen (siehe Metropolitan Chicago und Interborough New York) in besonderen Formen auftritt.

Bremslufterzeugung im allgemeinen durch Kompressoren in den Motorwagen, angetrieben durch besonderen Elektromotor unter selbsttätigem Anlassen und Abstellen durch Luftdruckrelais; ausnahmsweise Antrieb von Wagenachse (Detroit-Jackson), auch Kompression in stationärer Anlage und Mitführen von Vorrat in Behältern (Detroit United, Detroit-Toledo).

*Sandstreuer* z. T. mit Handbetätigung, bei grösseren und neueren Betrieben durch Pressluft betätigt (Detroit-Toledo, Indiana Union, New York-Subway, Long Island), in einigen Ansführungen selbsttätig bei Handhabung des Bremsventils.

*Heizung.* Es haben *elektrische* Heizung die Stadt- & Vorortbahnen: Long Island, New York Interborough, Chicago-Elevated (bisher), und die Interurbanlinien: Chicago-Elgin, Schenectady-Ballston, Indiana Union (bisher), Detroit-Jackson (bisher), Buffalo International. Dagegen haben Heizung durch *Kohleofen* im Stand des Führers, von letzterem bedient und ein Warmwassersystem speisend, die Interurbanlinien: Detroit United (auch Warmluft), Detroit-Jackson (neuerdings), Detroit-Toledo, Indiana Union (neuerdings), Indianapolis-Cincinnati, Chicago-Elevated (neuerdings). Dazu die meisten Stadtstrassenbahnen. Der Übergang auf Kohle-Warmwasserheizung vollzieht sich fast überall und wird durch billigeren Preis begründet.

*Beleuchtung* der Wagen: Überall elektrisch, Glühlicht vom Fahrstrom, meist sehr reichlich, aber sehr unregelmässig in Spannung.

*Fender:* Bei allen Stadtstrassen- und Interurbanwagen vorhanden; keine bemerkenswerten Konstruktionen, die wirklich zuverlässig erscheinen.

Interurbanwagen haben oft keine eigentlichen Fänger, sondern nur wegschiebende Organe, in Form der bekannten „cow catcher" der amerikan. Dampflokomotiven.

*Wagensignale. Akustische:* Auf Stadtstrassen meist Rüttelglocke oder Schlagglocke, Interurbanwagen ausserdem Druckluftpfeife. Stadt-Hoch- und Untergrundbahnen keine akustischen Signale. *Optische:* Nachts weisse Stirnlampen (Glühlampen) und Brustlampen vorne, Überlandlinien oft sehr starke (Buffalo International z. B. Bogenlampen), Stadtbahnen an der Stirne Kombinationen von farbigen Scheiben oder Glühlichtern zur Routenangabe.

*Telephonverbindung* zwischen Wagen auf freier Strecke und Zentralbureau (train dispatcher) bei Indiana Union und Indianapolis-Cincinnati.

*Elektrische Ausrüstung der Motorwagen.*

Wir fassen das Hauptsächlichste in der *nachstehenden Tabelle* zusammen. Ergänzend verweisen wir nur betreffend die Bauart der Motoren und Steuerungen, besonders bezüglich *Vielfachsteuerung*, auf die Beschreibung der normalen Ausrüstungen am Anfang unseres Berichts, und für deren spezielle Ausführung auf die Beschreibungen der damit versehenen Bahnen.

*Die Zahlenangaben und übrigen Hauptdaten*

betreffend Motor- und Anhänge-Wagen enthält die nachstehende Tabelle. Auf die Zahlenhinweise derselben beziehen sich die nachstehenden

*Bemerkungen:*

[1]) Maximum traction truck, Drehgestell Syst. Dupont. — [2]) Schnellzugswagen vier, übrige zwei. — [3]) Vorderes und [4]) hinteres Drehgestell. — [5]) Laufräder am hintern Gestell = 750 mm. — [6]) Lokalwagen. — [7]) Fernverkehr. — [8]) Gleichstrom-Ueberlandlinien dieser Gesellschaft. — [9]) Wagen mit Holzverkleidung. — [10]) Stahlwagen. — [11]) Quersitzersommerwagen mehr. — [12]) Totalgewicht = Adhäsionsgewicht, wo nichts besonderes bemerkt. — [13]) Adhäsionsgewicht za. 20 t. — [14]) Gilt für die leichteren Ueberlandwagen mit zwei Motoren in einem Gestell; Adhäsionsgewicht za. 22 t. Bei den schwereren Totalgewicht = Adhäsionsgewicht. — [15]) Gilt für die leichteren Wagen. — [16]) Adhäsionsgewicht za. 22 t. — [17]) Adhäsionsgewicht za. 19 t. — [18]) Adhäsionsgewicht za. 24 t. — [19]) Sehr viel Stehplätze dazu. — [20]) Mit selbsttätigem pneumatischem Trolley-Einholer für Entgleisungen. — [21]) Stadt- und Lokalzugwagen. — [22]) Fernverkehrwagen für Schnellzüge. — [23]) Wagen, deren Motoren auch bei Gleichstrom 500 Volt arbeiten müssen. — [24]) Fernverkehrwagen nur für Wechselstrom. — [25]) Bei Gleichstrombetrieb Serie-Parallel-Schaltung mit Widerständen. — [26]) Für Betrieb mit Gleichstrom in gleicher Weise. — [27]) Mit „Totmannsknopf" oder entsprechender selbsttätiger Rückstellung, ohne Bremsbetätigung. — [28]) Dito mit Bremsbetätigung. — [29]) Mit Strombeschränkungsrelais.

**Elektrische Lokomotiven.**

Auf die Einzelbeschreibungen hinweisend, begnügen wir uns an dieser Stelle, das Wichtige in nachstehenden zwei Tafeln übersichtlich zusammenzustellen. Wir befolgen dabei von links nach rechts die chronologische Folge, sodass sich eine gewisse Einsicht in Fortschritt und Wandlungen ergibt.

Von besonderem Interesse werden die Zahlen über die absoluten und spezifischen Leistungen in Beziehung zu Gewicht und Zugkraft sein, die in den neuesten Gleichstrommaschinen, besonders der „Nr. 6000 N. Y. C.", gewaltige Fortschritte zeigen und wohl so ziemlich das Wünschbare und Nötige erreichen; die eine vorkommende Wechselstromlokomotive erweist sich in dieser Beziehung wenigstens als nicht wesentlich ungünstiger. (Siehe Tab. S. 216, 217, 218, 219.)

## Die bei den besichtigten Bahnen erzielten Betriebsleistungen.

Da die allgemeinen Verhältnisse der nordamerikanischen Bahnen, namentlich der elektrischen, vielfach so ganz andere sind als diejenigen der europäischen, besonders aber der schweizerischen, so darf man sich durch die Kategorie, in welche nach dortigen Verhältnissen eine solche Bahn gehört, wie auch durch ihre Bauart, nicht zu einem Trugschluss über ihre Verkehrsleistungen und ihre rein mechanischen Leistungen verleiten lassen. So haben wir z. B. auf die z. T. bedeutenden Verkehrsleistungen von Interurbanlinien jeweilen hingewiesen.

1.

| Name | Aurora-Elgin-Chicago | Metropolitan West Side Chicago | Manhattan Elevated | New York Subway | Long Island R. R. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Stadt-, Hoch- und Untergrund- und Vorortbahnen | | | | |
| **Allgemeines** | | | | | |
| Anzahl Achsen | | | | | |
| „ Triebachse | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Radstand im Drel | 1953 | 1953 | 2028[3]) | 2028[3]) und 1674[4]) | 2028[3]) |
| Zapfen-Abstand d | · | · | 9120 | 10970 | 10970 |
| (Trieb-)Rad-Durch | 843 | 843 | 843 | 843[5]) | 843[5]) |
| Länge der Wagen | 14325 | 14325 | 13410 | 15590 | 15590 |
| Grösste Breite | 2685 | 2670 | 2675 | 2735[9]) 2755[10]) | 2735[9]) 2755[10]) |
| Höhe über Schien kante Dach | 4030 | 4030 | 3940 | 3670[9]) 3650[10]) | 3670[9]) 3650[10]) |
| Anzahl Sitzplätze | 56 | 48 | 48 | 52 | 54 |
| Totalgewicht leer der Motorwage | 35—38 | 35[16]) | 26[17]) | 36.7[15]) 37.7[10]) | 36.7[15]) |
| der Anhängewa | 25 | 17 | · | 30.7 | 24.0[9]) 30.0[10]) |
| Adhäsionsgewicht kraft (¹/₄ Adhä | 5800 bis 6400 | 3700 | 3200 | 4000 | 4000 |
| Pro Sitzplatz: Motorwagen-Ge | 63—68 | 73[18]) | 54[19]) | 70—72[19]) | 68 |
| Anhängewagen- | 45 | 36 | · | 59 | 45—55 |
| **Elektris** | | | | | |
| Stromart und -Zu | Gleichstrom dritte Schiene 500—600 Volt | | | | |
| Stromabnehmer | Kontaktschuh, oben bestreichend | | | | |
| | senkrecht über der Schiene | | | von d. Seite über Schiene greifend | |
| Motoren: Art | Gleichstrom-Reihenschluss ca. 500 Volt | | | | |
| Zahl und Leist leistung) pro | ×125 = 500 | 2×150 = 300 | ca. 2×150 = 300 | 2×200 = 400 | 2×200 = 400 |
| Antrieb, je mit setzung | Auf jede Achse des vorderen Drehgestells | | | | |
| Gebaut für Gesc | 119 | 63 | · | 68 | 116 |
| Schaltung und | Serie-Parallel-Schaltung mit Widerständen | | | | |
| Steuerungs-Syste | Vielfach-Steuerung | | | | |
| | elektrisch G. E. Co[27]) | elektro-pneumat. Westinghouse[28]) [29]) | elektrisch G. E. Co[28]), [29] | | elektro-pneumat. Westinghouse[28]) [29]) |
| Steuerstromquelle | 500 V. Arbeitsstrom | 14 V. Batterie | 500 Volt Arbeitsstrom | | 14 V. Batterie |

In den nachfolgenden zwei. Übersichtstafeln (siehe Tab. nach Seite 220) wollen wir über diese Verhältnisse einen Gesamtüberblick geben. Die Zugskompositionen und -Gewichte, die Geschwindigkeiten und die Angaben über Zugsfolge zeigen darin die erreichte Leistungsfähigkeit für die verschiedenen Systeme, besonders auch die mechanischen Leistungen pro Zug. Die Angaben über Verkehrs-Arbeit, Rollmaterial-Bestand und Längen sollen die Bedeutung der betreffenden Betriebe nochmals ins Gedächtnis rufen.

Die Westinghouse'schen Einphasenbetriebe mit Motorwagen und mit Lokomotiven auf den Versuchsgeleisen bei Pittsburg sind nicht in die Tabelle aufgenommen, da sie nur Versuchsbetriebe betreffen; auch die beschriebenen Lokomotiven der Pennsylvania R.R. für Gleichstrom liessen wir weg, da deren Betrieb noch nicht aufgenommen war.

## Ergebnisse betreffend Kraftbedarf und Wirkungsgrade.

Bei der gezwungenermassen mehr kursorischen Art unserer Besichtigung konnten nur wenige Daten dieser Art gesammelt werden; es waren selten unmittelbar die nötigen Angaben erhältlich. Immerhin können wir aus den Einzelangaben ungefähr das Nachfolgende feststellen.

### Die Schwankungen der erforderlichen Leistung.

Die erforderliche *Leistung ab Kraftwerk* ist in ihrem *Maximum* im allgemeinen *im Sommer und Winter* nicht gleich. Das Mass der Ungleichheit hängt aber von den sehr verschiedenen Verkehrsverhältnissen ab. So ist die im Winter erforderliche Maximalleistung bei

| | |
|---|---|
| Aurora-Elgin-Chicago Ry. mit elektr. Heizung aber reduziertem Fahrplan zirka das 1,1-fache | der Maximalleistung im Sommer |
| Detroit-Toledo Ry. ohne elektr. Heizung aber wenig verändertem Fahrplan zirka das 1,5-fache | |
| Buffalo Interurbanlinien mit elektr. Heizung aber wenig verändert. Fahrplan zirka das 1,7-fache | |

woraus besonders im zweiten Beispiel die Steigerung des Leistungsbedarfs durch die *Schneeverhältnisse* zu erkennen ist, die bei allen diesen Bahnen sehr ungünstig sind und mit denen unserer Berggegenden verglichen werden können.

Das *Verhältnis der erforderlichen Maximalleistung zur mittleren* liess sich bei einigen der Bahnen ungefähr feststellen; es ist unter Berücksichtigung des Umfangs der betr. Betriebe recht klein gegenüber den Zahlen, die sich z. B. bei schweizerischen Betrieben ähnlichen Umfangs ergeben: Hieraus ist sehr deutlich der *grosse Vorteil des Systems dichter Folge kleinerer Züge* (das bei allen diesen Beispielen in Anwendung ist) für die Beanspruchung der Kraftwerke zu ersehen.

Die Verhältniszahl beträgt ungefähr, wenn man die mittlere Leistung bezieht auf:

| bei den Interurbanlinien der: | die wirkliche tägliche Betriebszeit der betr. Bahn | die 24 Stund. des Tages, d. h. absolut rechnet | Dies tritt ein bei einem Betriebe der umfasst eine Betriebs-Länge von Kilometern | einen Fahrzeugpark von Stück | jährlich an Wagenkilometern (Millionen) |
|---|---|---|---|---|---|
| Buffalo Internat. Ry. | 2,0—2,2 | 2,2—2,4 | za. 100 | | 1,3 |
| Detroit United Ry. mit Inbegriff der Stadtstrassenbahnen | za. 2,3 | za. 2,7 | 862 tot. Gel. | 1352 | 4,3 |
| Detroit-Toledo | 1,6—2,0 | 1,8—2,4 | 90 | za. 30 | 1,5 |
| Chicago-Aurora-Elgin | 1,8—2,2 | 2,0—2,5 | 100 | 47 | 3,6 |

## Daten über elektrische Lokomo-

| Name der Bahn: | | International Ry. Co. Buffalo | Baltimore & Ohio R. R. Aeltere Maschinen |
|---|---|---|---|
| Lokomotive für die Stromart und Zuführung: | | Gleichstrom 500 Volt, Oberleitung, Trolley | Gleichstrom von 500 bis 650 Volt, dritte Schiene |
| für die Verwendung: | | Güterzüge, Interurbanlinie | Tunnelbetrieb für Schnell-, Personen- und Güterzüge auf Vollbahn |
| In Betrieb seit dem Jahre | | 1894 | 1895 |
| **Allgemeines und Mechanisches:** | | | |
| Zahl und Anordnung der { Triebachsen / Laufachsen } | | 4 / 0 } in 2 Drehgestellen, unter Einem festen Rahmen. | 4 / 0 } in 2 Drehgestellen, je unter eigenem Rahmen, die 2 Rahmen gelenkig verbunden. |
| Totalgewicht | t | 37 (40?) | 96 |
| Adhäsionsgewicht | t | 37 (40?) | 96 |
| Normale Zugkraft mit $^1/_6$ Adhäsion | kg | 6000—6700 | 16000 |
| Maximale Zugkraft mit $^1/_5$–$^1/_4$ Adhäsion | kg | 7500—10000 | 19200—24000 |
| Bei Versuchen konstatierte Zugkraft | kg | · | za. 28700 |
| Geschwindigkeit, maximale für die gebaut | km/h | 24 | 32 auf 15 ‰ |
| Leistung, normale stündige | PS | { 600; z. Z. nur für 300 geschaltet } | { 1440; im Gebrauch nur für 720 geschaltet |
| Länge, totale, über Stossbalken | mm | | 10670 |
| Breite, grösste | mm | | 2870 (ohne Kontaktschuh) |
| Höhe über Schienenoberkante | mm | | 4240 |
| Radstand, | | | |
| totaler | mm | 5080 | 7000 |
| eines Drehgestelles | mm | 1800 | 2080 |
| einer Teileinheit | mm | · | · |
| Abstand der Drehzapfen | mm | 3280 | · |
| Durchmesser der Triebräder | mm | 800 | 1550 |
| „ der Laufräder | mm | · | · |
| Art des Antriebs durch die Motoren: | | Auf jede Achse ein Motor mit einfacher Zahnradübersetzung treibend. | Auf jede Achse ein Motor, mit Hohlwelle um Triebachse federnd aufgehängt, mit Mitnehmern direkt treibend. |

# tiven nordamerikanischer Bahnen. I.

| Baltimore & Ohio R. R. Neuere Maschinen | New York Central & Hudson River R. Typ. 6000 | Pennsylvania R. R. | Versuchslokomotive der Westinghouse Co. |
|---|---|---|---|
| Gleichstrom von 500 bis 650 Volt, dritte Schiene | | | Einphasenstrom 6600 Volt, Oberleitung, Bügel |
| Tunnelbetrieb für Schnell-, Personen- und Güterzüge auf Vollbahn | Betrieb im allgemeinen<br>für Schnell- und Personenzüge auf Vollbahn | Tunnel-Betrieb | Güterzugsdienst auf Vollbahn |
| 1903 | 1904 (Versuchs-Strecke) | . | 1905 |
| 2 × 4 = 8<br>Ganze Lokomotive bestehend aus zwei genau gleichen, auch einzeln verwendbaren, gekuppelten Teileinheiten; jede mit einem festen Rahmen über zwei Drehgestellen. | 4 { fest unter Einem festen Rahmen;<br>2, an den Enden, gelenkig. | 4 { paarweise in 2 Drehgestellen, die nach Mallet<br>0 { mit Drehzapfen verbunden. | 2 × 3 = 6<br>Ganze Lokomotive bestehend aus zwei genau gleichen, auch einzeln verwendbaren, gekuppelten Teileinheiten; jede mit einem festen Rahmen über drei festen Achsen. |
| 2 × 80 = 160 | 94 (100?) | 81 | 2 × 69 = 138 |
| 2 × 80 = 160 | 67,5 (71?) | 81 | 2 × 69 = 138 |
| 26600 | 11300 (11800) | 13500 | 23000 |
| 32000—40000 | 13500 (17800) | 16200—20000 | 28000—34500 |
| 36300 | 14000 | . | 36000; sekundenlang 45000 |
| 38,6 | 105; erreicht 144 | 96,8 | 48 |
| 2 × 800 = 1600 | 2200 | 1400 | 2 × 750 = 1500 |
| 2 × 8900 = 17800 | 11275 | 10870 | 2 × 6855 = 13710 |
| 2880 | 3050 | . | 2940 |
| 4160 | 4300 (ohne Stromabnehmer für Oberleitung) | | 5180 (Stromabnehmer niedergelegt) |
| 13320 | { fester = 3960<br>mit Laufachsen = 8230 } | 6724 | (11580) |
| . | zwischen 2 festen Achsen = 1320 | 1978 | . |
| 4400 | . | . | 2 × 1930 = 3860 |
| . | . | 4746 | . |
| 1050 | 1120 | 1400 | 1500 |
| . | 890 | . | . |
| Auf jede Achse ein Motor mit einfacher Zahnradübersetzung treibend. | Auf jeder Triebachse ein Motoranker fest, vertikal spielend gegen Magnetgestell am Rahmen. | 1. Art: Auf jede Achse ein Motor mit einfacher Zahnradübersetzung treibend.<br>2. Art: Auf jede Achse ein Motor, mit Hohlwelle um Triebachse federnd aufgehängt, mit Mitnehmern direkt treibend. | Auf jede Achse ein Motor mit einfacher Zahnradübersetzung treibend. |

## Daten über elektrische Lokomo-

| Name der Bahn: | International Ry. Co. Buffalo | Baltimore & Ohio R. R. Aeltere Maschinen |
|---|---|---|
| **Elektrische Ausrüstung:** | | |
| Motoren, Zahl und normale Stärke . . . . PS | 4×150 (bei 500 V. pro Motor) | 4×360 (bei 500 V. pro Mot |
| „ Art . . . . . . . . . . . . . . . | Serie; natürliche Kühlung | Serie; natürliche Kühlung |
| „ Schaltung . . . . . . . . . . . . | Serie-Parallel, je 2 stets in Serie bleibend | Serie-Parallel, je 2 stets in Serie bleiben |
| Steuerung, System und Zutaten . . . . . . | Direkte Steuerschaltung, natürl. gekühlte Vorschaltwiderstände. | Direkte Steuerschaltung, natürl. gekühlte Vorschaltwiderstände |
| Steuerstromquelle . . . . . . . . . . . . . | — | — |
| Stromabnehmer, Zahl und Art . . . . . . . . . | 1 Rollentrolley | 2 × 4 Schuhe mit Vertikalbewegung senkrecht über dritter Schiene |
| **Verschiedene Einrichtungen:** | | |
| Bremsung, Art . . . . . . . . . . . . . . | Luftdruck | Automatische Westinghouse |
| Bremslufterzeugung . . . . . . . . . . . | Von besonderem Seriemotor angetriebener Kompressor im Führerhause. | Von besonderem Seriemotor angetriebener Kompressor im Führerhause, mit selbsttätiger Ein- und Ausschaltung |
| Beleuchtung . . . . . . . . . . . . . . . | Elektrisch | Elektrisch |
| Heizung . . . . . . . . . . . . . . . . . | Keine | Keine |
| Signale, optische . . . . . . . . . . . . | Glühlicht | Stirnlichter mit Glühlampe |
| „ akustische . . . . . . . . . . . . | Luftpfeife | Schwingende Glocke und Luftpfeife |
| Führerhaus . . . . . . . . . . . . . . . | In der Mitte, Kasten nach vorn und hinten niedriger und abgedacht. | In der Mitte; Kasten nach vorn und hinten niedriger und abgedacht. |
| Führerstand . . . . . . . . . . . . . . . | Einer, in Mitte. | Einer, vorwärts der Mitte |
| **Spezifische Daten:** | | |
| Totalgewicht pro PS norm. Leistung . . . kg/PS | {67 bei Ausnützung; hier 130} | {67 bei Ausnützung; hier 130} |
| Adhäsionsgewicht pro PS norm. Leistung . kg/PS | 67 bezw. 130 | 67 bezw. 130 |
| Totalgewicht pro Achse (bei ungleicher Verteilung maximal) . . . . . . . . . . . . . . . . t | 9,2 (10?) | 24 |
| Normalleistung pro Tonne normaler Zugkraft . PS/t | {100 bei Ausnützung; hier nur 50} | {90 bei Ausnützung; hier nur 45} |

# :iven nordamerikanischer Bahnen. II.

| Baltimore und Ohio R. R. Neuere Maschinen | New York Central & Hudson River R. Typ. 6000 | Pennsylvania R. R. | Versuchslokomotive der Westinghouse Co. |
|---|---|---|---|
| 2 × 4 × 200 | 4 × 550 | 4 × 350 | 2 × 3 × 250 |
| Serie; natürliche Kühlung | Serie; natürliche Kühlung. | Serie; künstliche Kühlung durch Ventilator | Serie; event. mit künstlicher Kühlung durch Ventilator |
| Serie-Parallel, bis alle parallel | Serie-Parallel, bis alle parallel | Serie-Parallel, bis alle parallel | Stets alle parallel |
| G. E. C.-Vielfachsteuerung; natürl. gekühlte Vorschaltwiderstände. | G E. C.-Vielfachsteuerung; natürl. gekühlte Vorschaltwiderstände. | Westinghouse-Vielfachsteuerung; natürl. gekühlte Vorschaltwiderstände. | Westinghouse-Vielfachsteuerung: Autotransformator, künstlich gekühlt, mit Stufenschalter zur Regelung. |
| Fahrstrom 600 Volt | Fahrstrom 600 Volt | Batterie 18 Volt, im Kompressormotorkreis geladen. | 50 V. vom Autotransformer |
| 2 × 2 × 4 Schuhe mit Vertikalbewegung senkrecht über dritter Schiene | 2 × 2 Doppelschuhe für Bestreichung der Kontaktschiene von unten | Schuhe | 1 Pantograph-Abnehmer mit Bügel pro Teileinheit |
| Automatische Westinghouse | Automatische Westinghouse | Automatische Westinghouse durchgehend, dazu direkte Luftdruckbremse für die Lokomotive allein. Handbremse | |
| Von besonderem Seriemotor angetriebener Kompressor im Führerhause, mit selbsttätiger Ein- und Ausschaltung. | Von zwei Seriemotoren angetriebener Kompressor im Führerhause, mit selbsttätiger Ein- und Ausschaltung. | Von besonderem Seriemotor angetriebener Kompressor im Führerhause, mit selbsttätiger Ein- und Ausschaltung. | 2 von Asynchronmotoren angetriebene Kompressoren im Führerhause, mit selbsttätiger Ein- und Ausschaltung. |
| Elektrisch | Elektrisch | Elektrisch | Elektrisch ab Autotransformator |
| Kohlenofen | ? | ? | ? |
| Stirnlichter mit Glühlampen | . . . . . . . . . . . | Stirnlichter mit Glühlampen | . . . . . . . . . . . . |
| Schwingende Glocke und Luftpfeife | Pneumatisch betätigte schwingende Glocke und Luftpfeife. | Schwingende Glocke und Luftpfeife | |
| Ganze Länge der Maschine einnehmend, Kasten überall volle Höhe. | In der Mitte; Kasten vorn und hinten an den Seiten erniedrigt. | Ganze Länge der Lokomotive einnehmend; Kasten überall volle Höhe. | |
| Zwei, diagonal, an äussersten Enden der Lokomotive. | Je zwei diagonal, in Ecken des hohen mittl. Teils des Führerhauses. | Zwei, in diagonalen Ecken, an äussersten Enden der Lokomotive | Je zwei pro Teileinheit, in diagonalen Ecken, an äussersten Enden der Lokomotive |
| 100 | 43 bis 46 | 58 | 92 |
| 100 | 31 bis 32 | 58 | 92 |
| 20 | 15 bis 17 | 20, 25 | 23 |
| 60 | 185 bis 195 | 104 | 65 |

Die in Betracht gezogenen Leistungen sind dabei diejenigen ab Stromaustrittsstelle der Kraftstation (zumeist Hochspannungsdrehstrom, der in Umformerstationen geht). Bei Buffalo und Detroit United sind relativ kleine, nicht sehr erheblich mitwirkende Akkumulatorenbatterien vorhanden, bei den letzten beiden Beispielen gar keine Pufferungsanlagen irgendwelcher Art.

### Der Arbeitsbedarf pro Fördereinheit.

*Die absolute Grösse des Arbeitsbedarfs pro Fördereinheit* ist selbstverständlich durch die dortigen Ausführungsgewohnheiten bedingt und nicht direkt mit den Zahlen unserer Bahnen vergleichbar.

Für zwei *Interurbanlinien* mit za. 40 bis 46 t mittlerem Dienstgewicht der Wagen, die mit 88 bis 100 km/h wirklicher maximaler und 36 bis 57 km/h kommerzieller Geschwindigkeit befördert werden, nämlich die Linien *Detroit-Toledo* und *Chicago-Aurora-Elgin* beträgt der Energieverbrauch ab Hochspannung der Kraftstation 3,0 bezw. 3,1 KWh/Wagenkilometer, was also za. 0,07 KWh per Brutto-Tonnenkilometer entspräche. Dies bei Erzeugung von Hochspannungsdrehstrom mit Hinauf- und Hinuntertransformierung und Umformung auf Gleichstrom in Einankermaschinen, unter Zuführung einmal mit Oberleitung, das andere mal mit dritter Schiene.

Bei gleicher Erzeugungs- und Zuführungsart verbrauchten ebenso die *Stadtbahnen: New York-Subway* und *Manhattan-Elevated* im Mittel 1,93 KWh/Wagenkilometer, was ziemlich übereinstimmend mit vorigem 0,067 KWh/Tonnenkilometer ergibt, bei allerdings nur etwa 68 km/h maximaler und zirka 40 km mittlerer Geschwindigkeit (zw. Stationen). Die Stadtbahn *Chicago-West Side* mit im allg. gleichen Verhältnissen, aber direkter Gleichstromerzeugung, verbrauchte an solchem 1,86 KWh/Wagenkilometer.

Der *Vollbahnbetrieb* in den Tunnels der *B. und O.* erfordert anscheinend za. 0,10 bis 0,12 KWh/Tonnenkilometer brutto, an direkt erzeugtem Gleichstrom.

### Wirkungsgrade.

*Wirkungsgrade einzelner Teile der Betriebseinrichtungen*

haben wir für bestimmte Leistungen nach den Angaben der Fabriken vermerkt bei Beschreibung der Einphasenbetriebe von Schenectady, Westinghouse, Indianapolis.

Für die (wichtigeren) *Wirkungsgradverhältnisse der Arbeiten* bei den vorkommenden wechselnden Belastungen fehlten zumeist die nötigen Aufzeichnungen. Einzig Ermittlungen der *Chicago-Aurora-Elgin Ry.* zeigen, dass der mittlere Wirkungsgrad der Umformerstationen mit Einankerumformern und Abtransformatoren *samt* Hochspannungs-Zuleitung von der Kraftstation her (Verhältnis der Arbeiten) dort = 0,80 ist.

## Reparaturen, Unterhalt, Betriebskosten.

Auch über dieses Gebiet sind die erhaltenen zahlenmässigen Angaben etwas spärlich. Wir begegneten denselben Schwierigkeiten, die man bei solchen Ermittlungen überall antrifft: Es ist im Betriebe meist unmöglich, die Kosten zuverlässig zu registrieren für den Unterhalt einzelner Teile; gerade dies aber hätte für die Übertragung der Resultate der bisherigen elektrischen Bahnbetriebe auf die zukünftigen die grösste Bedeutung. So betreffen z. B. die Roll-

## Übersicht über die Betriebsleistungen der besichtigten elektrischen Bahnen N

| Name der Bahn: | Buffalo-Lockport | Buffalo-International | Detroit-United Interurban | Detroit-Jackson | Detroit-Toledo | Indiana Union |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Art derselben | . . . . . . . . . . . . Interurbanlin | | | | | |
| | für Güter | . . . . . . . . für Personenverkehr mit Gepä | | | | |
| Elektr. System der Stromzuführung | Gleichstrom, Niederspannung, Oberleitung und Rollentrolley | | | | | |
| Zugssystem: Betrieb mit | Lokomotive | Motorwagen m. Vfstg. | Motorwagen mit Einzel | | | |
| Gleichzeitige Zugszahl: | | | | | | |
| gewöhnliche | 1 | . | . | 14 | 6 | 19 |
| aussergew. maximal | 2 | . | . | 23 | 12 | . |
| Betriebszeit pro Tag, Stunden | Nur Nachts | 21 | . | 20 | 18 | . |
| Förderarbeit: | | | | | | |
| Zugsintervall, minimales | Fakultat. | 30 Min. | 15 Min. bis 25 km / 60 Min. bis 70 km | 15 Min. bis 30 km / 60 Min. b. 120 km | 30–60 Min. | 15 Min. |
| Zugszahl pro Tag in jeder Richtung | Nach Bedarf | 40–67 | . | bis 46 | 17–34 | 36–56 per Lini |
| Tägliche Zugskilometer: normal | 188 000 t c. netto Grossgütertransp. | 320 | . | 6100 | 3500 | za. 1500( |
| maximal | | . | . | . | 7000 | . |
| Tägliche Wagen-km (à 4 Achsen): | | | | | | |
| normal | | . | . | 6100 | 3500 | . |
| maximal | | . | . | . | 7000 | . |
| Jährliche Zugs-km | 115 000 [2]) | . | . | . | 1,5 Mill. | 5,5 Mill |
| Jährliche Wagen-km | | 1,30 Mill. | 4,3 Mill.[3]) | . | 1,5 Mill. | 6–7 Mill |
| Beförderte Personen: maximal | — | . | . | . | . | . |
| jährlich | — | 1,28 Mill. | . | . | . | za. 5½ Mi |
| Rollmaterialbestand: | | | | | | |
| Elektr. Lokomotiven | 2 | — | — | — | 1 | — |
| Motorwagen | — | 519 [4]) | 1302 [4]) | 27 | 27 | 60 (139) |
| Anhängewagen für Personen | — | 151 [4]) | — | — | — | 33 (46) |
| Andere Wagen | — | 10 [4]) | 50 | . | . | — (61) |
| Total eigene Fahrzeuge | 672 [4]) | | 1352 [4]) | . | . | 93 (246) |
| Bahnbetriebslänge km | 43 | . | . | 121 | 90 | . |
| Geleiselänge km | 102 | | 463 [4]) | . | za. 160 | 340 |
| In Betrieb seit dem Jahre | 1897 | 1897 | . | 1898 | 1903 | . |

[1]) Ein zweiter ohne Strom auf Talfahrt. — [2]) Sind Lokomotiv-Kilometer. — [3]) 7 Millionen Wagenkilon
Zahlen: mit Inbegriff des Stadtstrassenbetriebs. — [4]) 862 km mit Inbegriff der Stadtstrassengeleise.

| | Schenectady Ry. Interurban | Schenectady Ry. Ballston Div. | Indianapolis-Rushville | Chicago-Aurora-Elgin | Chicago West Side | New York Elevated | New York Subway | Long Island | Baltimore and Ohio | New York Central u. H. R. R. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ien . . . . . . . . . . . ck- und Expressgut . . . . . . . . . | | | | | Stadt- u. Vorortbahnen für Personenverkehr | | | | Fern-Vollbahnen f. Personen- u. allen Güterverkehr. | |
| | | Wechselstr. Hochsp. Oberleitung: Rollentroller | Bügel | Gleichstrom, Niederspannung, dritte Schiene und Kontaktschuhe | | | | | | |
| steuerung | | | Motorwagen mit Vielfachsteuerung | | | | | | Lokomotiven z. T. m. Vfstg. | |
| | . | . | 4 | 9–14 | . | . | . | . | 1[1]) | . |
| | . | . | . | za. 17 | . | . | . | . | 1 | . |
| | 20 | 20 | 20 | 22 | 24 | 24 | 24 | 22 | 24 | 24 |
| | 15 Min. | 30 Min. | 60 Min. | {1 gel. 30 Min. / 2 gel. 15 Min.} | 1 1/2 Min. | 1 1/2 Min. | 1 1/2 Min. | 3 1/2 Min. / 2 1/2 Min. (innerste Strecke) | . | . |
| | bis za. 60 | za. 30 | 19 | {1 gel. 28-38 / 2 gel. 47-74} | . | . | . | 18 | 50 | . |
| ) | . | . | 2450 | 7000 | . | . | . | . | 740 | . |
| | . | . | . | bis 10000 | . | . | . | . | . | . |
| | . | . | . | . | 48300 | . | . | anfgs. 4700 | 740[2]) | . |
| | . | . | . | . | . | . | . | (1100 stdl.) | . | . |
| | . | . | 895 000 | . | . | 128,7 Mill. (Subway nur 1/2 Jahr) | | . | 270 000 | . |
| | . | . | 0,9-1 Mill. | 3,6 Mill. | 17,6 Mill. | 514,8 „ | | . | 270 000[2]) | . |
| | . | . | . | {In einer Richtung stdl. 4000} | {In jeder Richtung stdl. 2000, 114 000 in 1 Tag} | 2 1/2 Mill. an 1 Tag | | . | . | . |
| ll. | 10 Mill. | . | . | . | 41,7 Mill. | 339 Millionen | | . | . | . |
| | — | — | — | — | — | — | — | — | 7 | 50–80 (?) |
| ) | 34 (123)[3]) | . | 10 | 23 | 156 | 838 | 484 | 135 | — | — |
| ) | 25[4]) | . | — | 12 | 262 | 714 | 312 | 85 | — | — |
| ) | 27[4]) | . | — | 12 | . | 52 | 14 | — | — | — |
| ) | 165[4]) | . | . | 47 | . | 1604 | 810 | — | — | — |
| | 75,6 | 25 | 64 (später 198) | 100 | 31 | 61 | 34 | 140 | 6,4 | 9,2 |
| | 151 | za. 50 | . | 127 | 68 | 191 | 117 | . | . | za. 450 |
| | . | 1904 | 1905 | . | . | . | 1905 | 1905 | 1894 | 1894 (Versuch) |

ıeter mit Inbegriff der Stadtstrassenbahn. — [4]) Mit Inbegriff des Stadtstrassenbetriebs. — [5]) Die eingeklammerten

material-Reparaturen z. T. die mechanische, z. T. die elektrische Ausrüstung; meist wird aber beides zugleich ausgeführt und eine Kostenausscheidung ist sehr erschwert, wird daher unterlassen oder nur abgeschätzt. Beim Unterhalt der elektrischen Leitungen längs der Linie sind Arbeiten an Signal- und Telephonleitungen, Speise- und Kontaktleitungen wiederum schwer auseinanderzuhalten; und dgl. mehr.

Soweit nicht einige Untersuchungen amerikanischer Ingenieure einige Zahlen lieferten, versuchten wir namentlich, allgemeine Resultate und Angaben über Verhalten und Lebensdauer einzelner Organe des elektrischen Teils zu erlangen; die Einzelheiten sind in den jeweiligen Beschreibungen enthalten und es mögen die Hauptsachen nun zusammengefasst werden.

## Allg. Erfahrungen über Unterhalt und Lebensdauer einzelner Teile.

*Elektrische Leitungen (längs der Bahn).*

Überall wurde uns die Wahrnehmung bestätigt, dass Störungen an den Leitungen relativ selten seien, deren Reparaturkosten eine ganz unwesentliche Rolle im Ganzen spielten.

Die Aurora-Elgin & Chicago Ry. hat für 100 km Geleise ständig 5 Mann, also 1 Mann pro 20 km beschäftigt für den Unterhalt der dritten Schiene und der Hoch- und Niederspannungs-Speiseleitungen, Telephon- und Signalleitungen. Die Baltimore & Ohio für dieselbe Arbeit ebenso 1 Mann für ihre 12,8 km Geleise (auf 6,4 km Strecke).

*Mechanische Teile des Rollmaterials. — Räder.* Die Frage der *Griffin-Räder* interessierte unsere Eisenbahntechniker. Diese Räder sind an vielen Orten noch vorhanden, werden aber überall für den Betrieb mit grösserer Geschwindigkeit wegen Ausbrüchen und Entgleisungsgefahren entfernt. Sie werden seitens des Lieferanten überall auf 64 000 km Lebensdauer garantiert, halten aber diese meist nicht aus, wofür dann Ersatz geleistet wird.

Die Abnützung der *Zahnräder der Übersetzung* von Elektromotoren auf Triebachsen (die äusserst sorgfältig und in ausgezeichnetem Material hergestellt sind) ist, wie wir uns mehrfach überzeugten, teilweise sehr gering. Es geben an als mittlere praktische Lebensdauer die:

| | Detroit Jackson Ry.: | Chicago Metr. West Side: | Aurora-Elgin-Chicago | Buffalo-Lockport: für d. Lokomotiven |
|---|---|---|---|---|
| für die grossen Zahnräder | za. 160 000 | 300 000 | — | über 1 000 000 km. |
| „ „ kleinen Zahnkolben | za. 80—120 000 | 65 000 | 300 000 | za. 1 000 000 „ |

Auffallend gering ist besonders die Abnützung bei den Buffalo-Lockport-Lokomotiven; wir verweisen auf das dort Gesagte.

*Elektromotoren.* Die Erfahrungen gehen dahin, dass man nach Überwindung von „Kinderkrankheiten“, d. h. Ausmerzung von in den ersten Zeiten verwendeten, in Einzelheiten ungeeigneten Ausführungen wenig belästigt sei durch Motorenreparaturen, trotz notorisch landesüblicher Überanstrengung und Misshandlung. Die Ausführung der Motoren ist eben im allgemeinen eine wirklich vorzügliche. Abgesehen von kleinen Reparaturen wie Kollektorabschleifen etc., wird als Kilometer-Leistung des Wagens, nach welcher im Mittel eine volle Erneuerung des betr. Teils zu erfolgen habe, bezeichnet:

| bei der: | Detroit-Jackson: | Detroit-Toledo: | Chicago Metr. West Side: | Baltimore & Ohio (Lokomotiven): |
|---|---|---|---|---|
| für die Magnetwicklung: | 600 000—1 Million | — | — | — |
| Ankerwicklung: | 300 000—500 000 | 200 000 | 300 000 | 1 000 000 |
| Kollektoren: | 500 000—800 000 | 500 000 | 300 000 | 300—400 000. |

*Stromabnehmer.* Bei der landesüblichen, ganz aussergewöhnlich starken Inanspruchnahme der gewöhnlichen Rollenstromabnehmer ist, so viel wir sehen konnten, der Verschleiss an Rollen ein entsprechend grosser; zuverlässige Angaben konnten wir nicht erhalten.

*Apparaten-Ausrüstung der Triebfahrzeuge.* — *Direkte Steuerung von sehr grossen Strömen* wie z. B. einigen tausend Ampères, ergab sehr grosse Reparaturkosten der Steuerapparate (B. & O.).

Umgekehrt ergibt die *Vielfachsteuerung* (abgesehen von gewissen Mängeln der ersten Ausführungen des elektro-pneumat. Systems mit zu geringer Spannung — siehe Long Island) sehr wenig Reparaturen. (Siehe New York und Chicago Elevated, New York Subway, Aurora-Elgin- Chicago, B. & O. neue Lokomotiven etc.) Es wird konstatiert, dass gewisse Anordnungen des „multiple unit"-Systems die Gesamtkosten verbilligt haben durch Stromersparnis und Schonung der Motoren (Chicago Metrop. West Side etc.).

Die Unterhalts- und Reparaturkosten der Vielfachsteuerung betragen bei Chicago West Side noch nicht 1/50 der dortigen, bei New York Subway nur zirka 1/300 der mittleren Unterhaltskosten des Rollmaterials im Ganzen!

*Unterhalt elektrischer Lokomotiven.*

Angaben hierüber erhofften wir besonders von der B. & O. Ry. mit ihrer langen Erfahrung. Leider zeigen die verschiedenen Mitteilungen grosse Differenzen. Die Angaben des Depot-Chefs, die sich auf die laufenden Reparaturen ohne Haupterneuerungen (jedoch ausdrücklich mit Inbegriff des teueren Ersatzes der Gummipuffer des Motorantriebs) bezogen, würden (in der Hauptsache für die älteren Lokomotiven) ergeben: anfangs 7,3, jetzt 5,1 Rappen per Lokomotivkilometer. In die Buchführung pflegen die nordam. Bahnen unter „maintenance" nicht nur die laufenden Reparaturen, sondern auch die Beträge für vollständige Erneuerungen einzusetzen, was dann sehr hohe Zahlen gibt; hierfür gab der Oberingenieur der Bahn Hr. W. D. Joung in seiner Kongresschrift sowie an uns mündlich Zahlen, die ergeben: Anfangs 31, später 21 Rappen per Lokomotivkilometer; letzterem Betrage steht, gleich gerechnet, für alle Dampflokomotiven der B. & O. rund 25 Rappen per Lokomotivkilometer gegenüber.

*Schmier- und Putzmaterial für Lokomotiven*

nach gleicher Quelle für die B. & O. 0,31 Rp. pro Lokomotivkilometer elektrisch gegen 9,3 Rp. pro Lokomotivkilometer mit Dampf.

**Die Unterhaltskosten verschiedener Teile in Zahlen.**

Ausser den wenigen Zahlen, die wir darüber von den Bahngesellschaften bei unseren Besuchen erhielten, und der schon erwähnten Kongresschrift des Hrn. W. D. Young, standen uns zwei wertvolle Arbeiten zur Verfügung: Die Statistik des Census Office von Martin und Durand, und eine Schrift über

*«Electricity on steam railroads»* von Hrn. Ing. *Clement F. Street.* Die letztere ist im Auftrage der Westinghouse-Gesellschaft ausgeführt und man könnte daraus auf Voreingenommenheit schliessen.*) Wir konnten uns jedoch überzeugen, dass speziell der auf die Betriebsausgaben bezügliche Teil mit Sorgfalt und gewissenhaft zusammengetragen wurde. Er enthält eine Statistik über 22 verschiedene elektrische Bahnen, die in der Druckschrift nicht genannt sind, die uns aber zur Kenntnis gegeben und deren Material uns vorgewiesen wurde; ebenso über 18 Dampfbahnen. Es handelt sich dabei nicht um beliebige kleine Bahnen oder solche, die aus anderen Gründen keine schlusskräftigen Resultate liefern konnten. Von den elektrischen sind 4 Hochbahnen, die übrigen Oberflächenbahnen, meist mit Stadt- und Überland-Betrieb gemischt (siehe die Angaben der Tabelle auf Seite 225). Es sind Bahnen, die einzeln von 150 bis 3000, im Mittel je etwa 450 Fahrzeuge besitzen, die jede im Jahre etwa 3 bis 47 Millionen Wagenkilometer, im Mittel za. 2 Millionen Wagenkilometer leisten: also nach unserem Masstab bedeutende Bahnen.

Für diese elektrischen Bahnen „A" bis „V", sowie für die anderen, über die wir Angaben erhielten, sind in Tabelle auf Seite 225 die Unterhaltskosten für elektrische Ausrüstung der Wagen, elektrische Leitungen, Rollmaterial und maschinelle Anlagen überhaupt aufgeführt, per Wagenkilometer bezw. per Wagen und Jahr oder per Kilometer und Jahr. Wir mussten uns dabei an die, nach dem offiziellen amerikanischen Schema gebräuchliche Zusammenfassung der Kosten halten, wie sie in der Beschreibung der „Detroit United Ry." angegeben ist. Im Übrigen verweisen wir auf die Bemerkungen am Fusse der Tabelle und das Schema auf Seite 227.

Bei der *Beurteilung dieser Kosten* und der auf den weiteren Tafeln noch angegebenen darf folgendes nicht ausser Acht gelassen werden:

a) die im allgemeinen viel stärkere Beanspruchung der Einrichtungen als bei uns üblich;

b) die gegenüber den unsrigen grösseren mittleren Geschwindigkeiten;

c) vor allem aus: Die für Nordamerika gegenüber Europa und speziell gegenüber der Schweiz teilweise bedeutende Verschiedenheit des absoluten Geldwerts der Arbeit und des Materials und des Verhältnisses der Werte von Arbeit und Materialien gegeneinander.

Bezüglich des letzteren werden folgende Angaben dazu dienen können, vergleichende Schlüsse zu ziehen:

1. Die *Berufsarbeit* ist absolut und relativ durchschnittlich höher bezahlt als bei uns. Es bezieht die überwiegende Mehrzahl der Angestellten per Tag eine Löhnung von: Bahnangestellte überhaupt: Fr. 7.50 bis 12.50, im Mittel Fr. 10.—; Kondukteure: Fr. 10.— bis 11.—, im Mittel Fr. 10.50; Motorführer: Fr. 10.— bis 11.—, im Mittel Fr. 10.50; Strecken-Arbeiter und -Wärter etc.: Fr. 7.50 bis 8.—, im Mittel Fr. 7.70; Mechaniker: Fr. 10.— bis 12.—, im Mittel Fr. 11.—.

2. Die Hauptmaterialien sind im allgemeinen nicht, wenigstens nicht wesentlich billiger an Geldwert als bei uns, Stabeisen z. B. zum Teil teurer; auch die fertigen Maschinen werden in Amerika selbst eher teurer verkauft.

*) Während dieser Bericht noch unter der Presse lag, wurde ein Auszug dieser Arbeit in der Zeitschrift „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen" veröffentlicht, der jedoch nur die prozentuale Kostenverteilung gibt und einige Unsicherheiten über das in den einzelnen Posten enthaltene belässt.

Kohle dagegen ist wesentlich billiger als in der Schweiz; die verwendeten Sorten kosten im Kesselhaus etwa von Fr. 7.20 bis Fr. 8.— per Tonne.

Die Tabelle Seite 225 (wie auch die nachfolgenden) zeigt bei einzelnen Bahnen ziemlich grosse Differenzen gegenüber dem Mittel. Jeder Eisenbahnfachmann weiss, dass dies in mindestens ebensohohem Masse auch beim Dampfbetrieb der Fall und und in den abweichenden Verhältnissen einzelner Bahnen begründet ist. Im ganzen kann die Übereinstimmung hier sogar als eine relativ gute bezeichnet werden.

Wir unterliessen es, aus der Street'schen Arbeit die, für jene 22 Bahnen ebenfalls einzeln bestimmten Kosten für „Zugsbewegung“ und „Krafistationsbetrieb“ anzugeben, da diese Posten nicht ganz das enthalten, was wir unter diesen Begriffen zusammenfassen. Als *Mittel* ergeben sich für diese Posten: für „Zugsbewegung“: 18,3 Rp./Wagenkilometer; für „Kraftstationsbetrieb“: 7,0 Rp./Wagenkilometer. Diese Posten entsprechen den, in der zweiten Kolonne der Tabelle auf Seite 225 über die Zusammensetzung der Betriebsausgaben für alle elektr. Bahnen der Statistik von 1902 mit 45,2 bezw. 15,4 % der mittleren Gesamtkosten (von za. 39 Rp./Wagenkilometer) angegebenen. Aus dieser Tabelle (nach dem Census Office) würden sich somit als Gesamtmittel der Kosten ergeben für „Zugsförderung“: 17,7 Rp./Wagenkilometer; für „Kraftstationsbetrieb“: 6,2 Rp./Wagenkilometer. Hieraus, wie aus dem Vergleich der zweitfolgenden Tabelle (auf Seite 226) geht hervor, dass die Street'sche Zusammenstellung nicht zu günstig rechnet, denn sie ergibt durchschnittlich etwas höhere Betriebskosten pro Wagenkilometer als die offizielle Statistik von 1902. Dies ist wohl dadurch begründet, dass sie grössere Betriebe mit schwereren Wagen betrachtet als sie durchschnittlich vorkommen.

### Betriebsausgaben im allgemeinen.

Über die wichtige

*Verteilung der Betriebsausgaben auf die verschiedenen Posten*

lassen wir noch eine Aufstellung folgen, welche sich z. T. aus der offiziellen Statistik für 1902, z. T. aus den erhaltenen Angaben einzelner Bahnen ergab. Es sind darin die Posten, in Abweichung von dem bei „Detroit United“ angegebenen amerikanischen Schema, soweit möglich in Anpassung an unsere Anschauungen zusammengefasst.

Die Resultate dieser Tabelle (siehe Seite 229), aus einem riesengrossen Material die Mittel bringend, dürfen wohl als sehr zuverlässig und wertvoll angesehen werden. Für unsere Verhältnisse werden die Kosten der Energieerzeugung prozentual und wahrscheinlich auch absolut — angesichts der geringen dortigen Kohlenkosten, die billiger produzieren lassen als mit manchen unserer Wasserkräfte — höher werden. Dagegen dürften die hauptsächlich aus Arbeitslöhnen bestehenden Unterhaltskosten absolut genommen eher geringer ausfallen, unter keinen Umständen höher, wegen der erwähnten hohen amerikanischen Löhne.

## Kosten von Reparaturen und Unterhalt von Rollmaterial, maschineller und elektrischer Ausrüstung elektrischer Bahnen.

| Bahn | In Rappen per Wagen-km | | | | In Franken pro Wagen u. Jahr | | In Franken pro km Bahnlänge: | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Vielfach-Steuerung allein | Elektr. Ausrüstung d. Wagen allein[3]) | Rollmaterial im Ganzen[5]) | Gesamte maschinelle Ausrüstung[6]) | Elektr. Ausrüstung der Wagen[3]) | Gesamte maschinelle Ausrüstung[6]) | Elektr. Leitungen insgesamt | |
| Baltimore u. Ohio | — | — | — | — | — | — | 2360 | Vollbahn ält. Syst., 3. Sch., m. Isolatoren-Erneuerg (s. Beschr. dieser Bahn). |
| Chicago Metr.[1]) West Side | 0,06 | — | 4,66 | — | — | — | — | |
| Indiana Union[1]) | — | — | 4,99 | — | — | — | — | |
| New York-Subway[1]) | 0,015 | — | — | — | — | — | — | |
| Chicago-Aurora-Elgin[1]) | — | 2,1 | — | — | — | — | — | |
| Detroit United[1]) | — | 1,76 | 5,71 | — | — | — | — | |
| Boston u. Main Rr.[4]) | — | — | 4,9 | — | — | — | — | |
| Chicago-Burlington[4]) | — | — | 9,3 | — | — | — | — | |
| Hocking-Valley[4]) | — | — | 2,1 | — | — | — | — | |
| North Shore[4]) | — | — | 2,8 | — | — | — | — | |
| A[2]) | — | 1,63 | — | 4,57 | 492 | 1085 | 2980 | Oberflächenbahn mit unterird. Zuführung. |
| B | — | 1,85 | — | 5,30 | — | — | 1280 | Hoch-Stadtbahn, 3. Sch. |
| C | — | 2,37 | — | 4,38 | — | — | 276 | Stadtstr.- und Interurbanlinie, Oberleitung. |
| D | — | 2,13 | — | 4,65 | 429 | 929 | 380 | Stadtstr.-Bahn, Oberltg. |
| E | — | 1,15 | — | 3,16 | 535 | 1198 | 320 | |
| F | — | 2,13 | — | 5,12 | 437 | 1050 | 830 | |
| G | — | 2,07 | — | 5,34 | 568 | 1315 | 475 | |
| H | — | 2,17 | — | 4,43 | 676 | 1388 | 720 | |
| I | — | 1,70 | — | 4,50 | 460 | 1034 | 420 | |
| J | — | 2,28 | — | 5,81 | 636 | 1320 | 416 | I. a. gemischte Stadtstrassen- |
| K | — | 2,28 | — | 5,75 | 410 | 1022 | 565 | u. Interurbanlinien mit Oberleitung. |
| L | — | 1,08 | — | 2,91 | 171 | 460 | 138 | |
| M | — | 1,50 | — | 5,28 | 450 | 1352 | 440 | |
| N | — | 2,10 | — | 5,75 | 637 | 1485 | 450 | |
| O | — | 1,74 | — | 5,37 | 644 | 1965 | 420 | |
| P | — | 2,06 | — | 4,85 | 1021 | 1675 | 350 | |
| Q | — | 0,96 | — | 3,95 | 230 | 894 | 345 | |
| R | — | — | — | 4,66 | — | — | — | Hoch-Stadtbahn, 3. Sch. |
| S | — | 1,34 | — | 4,35 | 474 | 1483 | 230 | Interurbanlinien mit Oberleitung. |
| T | — | 1,72 | — | 5,00 | 842 | 1925 | 286 | |
| U | — | — | — | 4,60 | — | — | — | Hochstadtbahnen, 3. Schiene |
| V | — | — | — | 2,50 | — | — | — | |
| Mittel dieser 22 | — | 1,80 | — | 4,65 | 536 | 1275 | 463[7]) | |
| Mittel aller elektrisch. Bahnen der Statistik von 1902 | — | 1,44 | 4,88 | 4,56 | — | — | — | |

[1]) Nach Angaben des Personals an Ort und Stelle. — [2]) A bis V nach den Erhebungen von Mr. Cl. F. Street. [3]) Hierin sind inbegriffen die Unterhalts- und Reparaturkosten der elektrischen Beleuchtung und Heizung, aber nicht die Löhnung der Remisenarbeiter für kleinere Arbeiten. Diese betragen im Mittel noch za. 0,90 Rp. pro Wagenkilometer, betreffen aber namentlich den mechanischen Teil des Rollmaterials. — [4]) Nach Mr. W. D. Youngs Schrift für den Kongress St. Louis. — [5]) Umfasst den mechan. und elektr. Teil samt div. Kosten der Reparaturwerkstätten, sowie die Löhnung der Remisenarbeiter. — [6]) Dies umfasst nach amerikan. Schema: Dampfanlage und elektrische Anlage der Kraftstation, mechanische und elektrische Ausrüstung des Rollmaterials und diverse Kosten der Reparaturwerkstätten, aber nicht die vorerwähnten Löhnungen des Personals der von den Werkstätten getrennten Remisen. — [7]) Mit Ausschluss der Bahn A (mit Schlitzkanal) gerechnet.

Die *totalen Betriebsausgaben per Wagenkilometer,* die sich aus der vorigen Tabelle, der Street'schen Arbeit, der offiziellen Statistik aller elektr. Bahnen 1902 und einigen Sondermitteilungen für verschiedene Bahnen ergeben, stellen wir noch in folgender Übersicht zusammen:

*Gesamte Betriebsausgaben nordamerik. elektr. Bahnen,*

umfassend alle eigentlichen Betriebskosten d. h. sämtliche auf der unmittelbar vorangehenden Tabelle aufgeführten Einzelposten, *in Rappen per Wagenkilometer:*

| Bahn: | Rp./Wgkm: | Bahn: | Rp./Wgkm: |
|---|---|---|---|
| A[1] | 48,5 | Detroit United Ry. | 38,0 |
| B | 54,0 | Indiana Union Tr. Co. | 44,8 |
| C | 49,1 | Mittel voriger 22 (A bis V) | 40,8 |
| D | 37,2 | Mittel der Interurbanlinien der Statistik 1902 | 38,5 |
| E | 37,2 | Maximum derselben | 63,0 |
| F | 49,7 | Minimum derselben | 21,5 |
| G | 40,3 | Mittel aller Bahnen der Statistik 1902 | 39,0 |
| H | 45,0 | | |
| I | 49,4 | | |
| J | 47,0 | | |
| K | 40,4 | | |
| L | 34,8 | | |
| M | 40,6 | | |
| N | 46,0 | | |
| O | 40,1 | | |
| P | 37,0 | | |
| Q | 35,1 | | |
| R | 32,6 | | |
| S | 37,8 | | |
| T | 34,8 | | |
| U | 35,4 | | |
| V | 31,7 | | |

Auch bezüglich dieser Zahlen gilt das für die Anwendung auf unsere Verhältnisse weiter vorne Gesagte. Dazu ist weiter zu bemerken, dass der hier vorkommende «*Wagenkilometer*» denjenigen unserer europäischen, jedenfalls der schweizerischen ähnlichen Bahnen, an Förderarbeit wesentlich übertrifft. Denn, die Wagenstatistik der amerikanischen elektrischen Bahnen in Betracht gezogen, dürfte nach unserer Rechnung wohl ein mittleres Dienstgewicht von za. 32 t pro Wagen angenommen werden.

1 Wagenkilometer wäre dann also gleich 32 Brutto-Tonnenkilometer, und es betrügen die *mittleren Betriebsausgaben der elektr. Bahnen pro Brutto-Tonnenkilometer zirka 1,2 Rp.*

Da die Wagen mit *ganz seltenen* Ausnahmen 4achsig sind, entspricht 1 Wagenkilometer bei obigen Bahnen auch ziemlich genau *4 Achskilometern.*

**Das Verhältnis der Betriebsausgaben zu den Einnahmen.**

Hierüber erhielten wir, neben den direkten Angaben einzelner Bahnen, weitere Zahlen durch die Statistik des Census Office und die Street'sche Arbeit.

[1] A—V sind die mehrfach erwähnten Bahnen der Aufstellung von Cl. F. Street.

## Zusammensetzung der Betriebsausgaben nordamerikan. elektr. Bahnen.

| | Prozentsatz der gesamten Betriebsausgaben | | | | Betriebsausg. per Wagen-km in Rappen | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1902 im Mittel aller (za. 800) Gesellsch. | 1902 im Mittel von 556 Gesellsch. mit reinem Bahnbetr. | 1902 i. M. v. 17 städt. Oberflächenbahnen grösster Städte | 1904 Bei der Detroit United Ry. Co. | 1904 Bei der Detroit United Ry. Co. | nach Statistik 1902 im Mittel für alle elektr. Bahnen | Indiana Union |
| **hnanlage; Unterhalt** | | | | | | | |
| les Bahnkörpers samt Geleise | 5,7 | | 5,2 | 6,9 | 2,61 | 2,22 | |
| ler elektrischen Leitungen | 2,1 | | 2,2 | 1,2 | 0,46 | 0,82 | |
| ler Hochbauten u. übr. festen Teile | 0,7 | | 0,7 | 1,0 | 0,39 | 0,27 | |
| Total | 8,5 | 8,7 | 8,1 | 9,1 | 3,46 | 3,31 | 6,01 |
| **ergieerzeugung:** | | | | | | | |
| erhalt der Kraftwerke: | | | | | | | |
| Dampfanlagen | 0,9 | | 0,9 | 0,4 | 0,15 | 0,35 | |
| Elektr. Anlage | 0,6 | | 0,8 | 0,2 | 0,07 | 0,23 | |
| Total | 1,5 | | 1,7 | 0,6 | 0,22 | 0,58 | |
| Löhne für Besorgung der Kraftwerke | 3,2 | | 2,7 | 3,5 | 1,31 | 1,25 | |
| Brennmaterial für die „ | 9,0 | | 7,2 | 8,0 | 3,04 | 3,51 | |
| Wasser „ „ „ | 0,5 | | 0,5 | 0,0 | 0,00 | 0,20 | |
| Schmier- u. Putzmaterial f. d. „ | 0,4 | | 0,2 | 0,2 | 0,07 | 0,15 | |
| Diverse Ausgaben für die „ | 0,4 | | 0,3 | 0,1 | 0,05 | 0,15 | |
| Ausgaben für gemietete Energie, abzüglich Einnahmen für verkaufte Energie | 2,7 | 12,2 | 1,8 | 0,0 | 0,00 | 1,06 | |
| Total Betrieb d. Kraftwerke | 16,2 | 15,4 | 12,7 | 11,8 | 4,47 | 6,32 | |
| Total Energie-Erzeugung | 17,7 | | 14,4 | 12,4 | 4,69 | 6,90 | 7,50 |
| **llmaterial; Unterhalt** | | | | | | | |
| les mechanischen Teils | 5,4 | | 6,2 | 5,1 | 1,92 | 2,11 | |
| ler elektrischen Ausrüstung | 3,7 | | 3,8 | 4,6 | 1,76 | 1,44 | |
| verschiedener Ausrüstung | 0,5 | | 0,5 | 0,6 | 0,22 | 0,20 | |
| Verschiedene Werkstätteausgaben | 0,6 | | 0,6 | 1,5 | 0,59 | 0,23 | |
| Löhnung der Remisen-Arbeiter | 2,8 | | 2,2 | 3,2 | 1,22 | 0,90 | |
| Total | 12,5 | | 13,3 | 15,0 | 5,71 | 4,88 | 4,99 |
| **gsverkehr:** | | | | | | | |
| Betriebsleitung | 1,8 | | 2,4 | 1,4 | 0,55 | 0,70 | |
| Löhnung der Kondukteure | 16,9 | | 18,8 | 17,4 | 6,64 | 6,60 | 9,76 |
| „ „ Wagen- (Motor-) Führer | 17,3 | | 18,6 | 17,5 | 6,70 | 6,74 | |
| „ „ übrigen Angestellten des Zugsdienstes | 1,8 | | 2,1 | 1,3 | 0,50 | 0,70 | 5,55 |
| Reinigung, Schmierung etc. d. Rollmat. | 1,3 | | 0,9 | 1,6 | 0,61 | 0,51 | |
| Verschiedene Ausgaben | 1,4 | | 1,3 | 3,5 | 1,33 | 0,55 | |
| Reinigung und Sanden der Geleise | 0,5 | | 0,4 | 0,4 | 0,15 | 0,20 | |
| Schnee- und Eisräumung | 0,6 | | 0,6 | 1,2 | 0,46 | 0,23 | |
| Total | 41,6 | 45,2 | 45,1 | 44,3 | 16,94 | 16,23 | |
| **rwaltung u. Allgemeines:** | | | | | | | |
| Besoldung d. Direktoren u. Oberbeamten | 2,1 | | 1,1 | 2,3 | 0,86 | 0,82 | |
| Besoldung des übrigen Bureaupersonals | 1,6 | | 1,4 | 1,2 | 0,46 | 0,62 | |
| Drucksachen und Schreibmaterial | 0,3 | | 0,3 | 0,4 | 0,14 | 0,12 | |
| Verschiedene Bureauausgaben | 0,5 | | 0,4 | 0,3 | 0,12 | 0,20 | |
| Magazine u. dgl. | 1,2 | | 1,6 | 0,3 | 0,11 | 0,47 | |
| Reklame und Attraktionen | 0,8 | | 0,1 | 0,7 | 0,27 | 0,31 | |
| Verschiedene allg. Ausgaben | 1,4 | | 1,3 | 1,7 | 0,67 | 0,55 | |
| Entschädigungen bei Unfällen u. dgl. | 6,6 | | 10,1 | 4,5 | 1,70 | 2,58 | |
| Diverse Gerichts- u. gesetzl. Gebühren | 0,7 | | 0,7 | 0,7 | 0,25 | 0,27 | |
| Miete von Grund und Gebäuden | 0,4 | | 0,3 | 0,2 | 0,07 | 0,15 | |
| Miete von Linien und Stationen | 1,0 | | 0,6 | 0,0 | 0,01 | 0,39 | |
| Versicherungen | 1,5 | | 1,2 | 0,8 | 0,29 | 0,58 | |
| Total | 18,1 | 18,5 | 19,1 | 13,1 | 4,93 | 7,06 | 11,03 |
| **rschiedene,** mit elektr. Stromerzeugung zusammenhängende, oben nicht angeführte Ausgaben | 1,6 | 0,0 | 0,0 | | 0,00 | 0,62 | |
| **euern***) | 0 (?) | 0,0 | 0,0 | 6,1 | 2,32 | 0,00 | |
| **Gesamt-Total** | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 38,05 | 39,0 | 44,84 |
| | % | | | | Rp. Wagen-km | | |

*) Dieser Posten ist bei „Detroit United" gesondert aufgeführt, anderwärts offenbar nicht so hoch und bei der m. Statistik unter „Allgemeines" enthalten.

Dieses Güteverhältnis beträgt:

| | | |
|---|---|---|
| Bei der Detroit United Ry. Co. | | 59,5 % |
| Bei der Chicago Metropolitan West Side Ry. | | 49 % |
| Für die 22 elektr. Bahnen der Street'schen Arbeit | Minimum | 53,1 % |
| | Maximum | 86,4 % |
| | Mittel | 65,7 % |
| „ alle elektr. Bahnen der Statistik 1902 im Mittel | | 57,5 % |
| „ za. die Hälfte aller dieser Bahnen | zwischen 50 und | 70 % |
| „ za. 1/10 aller dieser Bahnen | unter | 50 % |
| „ 33 eigentliche Interurbanlinien | | 59,9 % |

Man wird das Ausgabenverhältnis allgemein als niedrig anerkennen müssen.

**Die Betriebsausgaben für den elektrischen Betrieb im Vergleich zu denen für Dampfbetrieb.**

Ein Vergleichspunkt hierfür findet sich unter anderem gerade in den vorhin genannten Quotienten zwischen Ausgaben und Einnahmen. Dieselben Quellen wie vorhin, sowie die jährliche Statistik über die Dampfbahnen von der „Interstate Commerce Commission" in Washington, deren Präsident Herr M. A. Knapp und Generalsekretär Herr E. A. Moseley uns in liebenswürdiger Weise die Publikationen übergaben, liefern folgende Daten:

*Das Verhältnis der Betriebsausgaben zu den Einnahmen für sämtliche Dampfbahnen Nordamerikas*

betrug 1902: 64,7 %; 1901: 64,9 %; 1903: 66,2 %; für 12 grosse Dampfbahnen, die in der Street'schen Arbeit untersucht sind, geht es im allgemeinen von za. 58 bis 85 %, und beträgt im Mittel 75,5 %.

Diese Zahlen sind also wesentlich höher als die vorhin angegebenen bei den elektrischen Bahnen. Mit Recht bemerkt aber die Statistik des Census Office, dass es sich bei den letzteren um neuere, meist leichtere als die Volldampfbahnen und vielfach um Strassenbahnen handle, auch um geringere Geschwindigkeiten; das alles finde insbesondere dadurch Ausdruck, dass die elektrischen Bahnen durchschnittlich 8,5 % ihrer Betriebsausgaben für Unterhalt von Bahnkörper, Geleise und festen Anlagen ausgeben, die Dampfbahnen dagegen 21,4 %. Für elektrischen Betrieb von Vollbahnen würde sich daher wohl diese Ziffer entsprechend erhöhen.

Leider gibt die Statistik der Dampfbahnen weder geleistete Tonnenkilometer, noch Achs- oder Wagenkilometer, sondern nur *Zugskilometer* an. Die totalen Betriebsausgaben per Zugskilometer aller nordamerikanischen Dampfbahnen ergeben sich pro 1903 zu Fr. 3,92.

Immerhin ist so viel ersichtlich, dass, wenn auch vielleicht kein wesentlicher Unterschied der beidseitigen Betriebsausgaben entstünde, doch selbst mit Anrechnung obengenannter Umstände sich die Kosten des elektrischen Betriebs jedenfalls nicht höher stellen würden.

Das Vorhandensein eines finanziellen Vorteils für den elektrischen Betrieb, abgesehen von der Hebung und besseren Bewältigung des Verkehrs, ergibt sich eben doch schon aus dem sehr günstigen Verhältnis der Ausgaben zu den Einnahmen.

Weitere Anhaltspunkte gibt die nachstehende Zusammenstellung, die wir aus der Street'schen Arbeit herausziehen konnten:

*Die prozentuale Verteilung der gesamten Betriebs-Ausgaben auf einzelne Posten und das Verhältnis zu den Einnahmen bei elektrischen und bei Dampf-Betrieben.*

| Für die 22 bezw. 13 Bahnen der Arbeit Street | In % der Gesamtausgaben. | | | | | | | | | | | | | | | Total Ausgaben in % der Brutto-Einnahmen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bahnanlage, elektr. Leitung, und feste Teile[1]) | | Gesamte maschinelle Ausrüstung[2]) | | Betrieb der Kraftanlage[3]) | | Zugs- bezw. Wagenbewegung[4]) | | Allgemeine Ausgaben[5]) | | Unterhalt elektr. Ausr. der Wag.[6]) | Unterhalt der elektr. Linien[7]) | Unterh. u. Rep. Lokomotiven[8]) | Unterh. u. Rep. Wagen[9]) | Kohle für Lokomotiven[10]) | | |
| | El. | Dpf. | El. | Dpf. | El. | Dpf. | El. | Dpf. | El. | Dpf. | El. | El. | Dpf. | Dpf. | Dpf. | El. | Dpf. |
| Im Max. | 13,0 | 29,8 | 14,6 | 24,7 | 23,9 | 0,0 | 57,0 | 68,7 | 32,6 | 8,3 | 5,7 | 3,1 | 10,8 | 4,3 | 19,6 | 86,4 | 101,2 |
| Im Min. | 2,4 | 12,7 | 8,1 | 11,8 | 7,7 | 0,0 | 32,9 | 50,4 | 10,5 | 1,8 | 2,7 | 1,2 | 3,7 | 0,8 | 7,6 | 53,1 | 58,2 |
| Im Mittel | 7,5 | 20,5 | 11,7 | 17,4 | 17,3 | 0,0 | 45,9 | 57,8 | 17,3 | 4,3 | 4,3 | 2,1 | 7,1 | 2,3 | 11,5 | 65,7 | 75,5 |

Die Rubriken enthalten die Betriebsausgaben für: [1]) Bahnkörper, Geleise, Hochbauten, elektr. Linien. [2]) Maschinelle Ausrüstung der Kraft- und Umformerstationen und des Rollmaterials und allgem. Werkstattunkosten bei elektrischen, — Lokomotiven, Wagen und Werkstätte bei den Dampfbahnen. [3]) Bedienung der Kraftstationen (Löhne), Brennmaterial, Wasser, Schmier- und Putzmaterial und diverse Ausgaben für die Kraftwerke; Kosten gemieteter Kraft. [4]) Alle Löhnungen des Fahrdienstes, Schneeräumen etc. [5]) Alle übrigen Ausgaben, sodass [1]) bis [5]) zusammen die Totalausgaben sind. Die Rubriken [6]) bis [10]) geben Einzelposten aus den vorstehenden.

Bemerkenswert ist namentlich, dass für Unterhalt der maschinellen Ausrüstung bei den Dampfbahnen 17,4 %, bei den elektrischen nur 11,7 % der Gesamtauslagen aufgewendet werden müssen. Ferner verbraucht der Unterhalt der Dampf-Lokomotiven 7,1 %, derjenige der Triebmittel der elektr. Bahnen (Wagenausrüstung) nur 4,3 % der Gesamtausgaben.

Aus anderen Zahlen der Street'schen Aufstellung geht auch hervor, dass die mittleren Unterhalts- und Reparaturkosten der *Wagen*, gerechnet per Wagen und Jahr, *in jenen Dampfbetrieben allein 3 mal so gross* sind als diejenigen der *Wagen samt elektr. Ausrüstung und der Dampf- und elektrischen Maschinerie der Kraftstationen zusammengenommen* in den *elektrischen* Betrieben.

*Weitere Vergleichsdaten* liefert noch die Durand-Martin'sche Statistik des Census Office: Bei der *Manhattan Elevated Ry.* war im Jahre 1901, als noch fast ausschliesslich mit Dampf betrieben wurde, das Verhältnis zwischen eigentl. Betriebsausgaben und Bruttoeinnahmen = 55,4 % und die ersteren pro Fahrgast = 13,6 Rp.; im Jahre 1903, da der Betrieb beinahe ganz elektrisch geworden, hatten sich diese Zahlen auf 42,9 % bezw. 10,6 Rp. geändert.

Alle diese Zahlen hängen natürlich nicht allein mit den Betriebskosten an sich, sondern auch mit der durch den elektrischen Betrieb hervorgerufenen Verkehrssteigerung zusammen. Hierauf wird weiterhin noch besonders eingetreten werden.

## Bedeutung und Entwicklung des elektrischen Bahnbetriebes in Nordamerika.

### Zahlenmässige Entwicklung und Ausdehnung.

Wir wollen hierüber nur einige wenige Zahlen aus den bereits erwähnten Statistiken anführen.

| | Vom Jahre 1890 | auf 1902 | Zum Vergleich sei angeführt. Schweiz 1904 Stand d. Dampfbahnen S.B.B. u. G.B zusammen |
|---|---|---|---|
| veränderten sich in der nordamerikanischen Union die, die elektr. Bahnen beschlagenden Hauptzahlen wie folgt: | | | |
| Zahl der Bahngesellschaften . . . . . . | 789 | 987 | — |
| Betriebslange . . . . . . . . . rund km | 9300 | 27000 | 2753 |
| Geleiselänge . . . . . . . . " " | 13000 | 36000 | — |
| Anlagekosten . . . . . Millionen Fr. | 195 | 1085 | — |
| Zahl der Personenwagen . . . . . . | 32505 | 60290 | 2356 |
| Zahl der beförderten Fahrgäste im Jahre za. Millionen | 2400 | 5800 | — |

Die gewaltige Zunahme in den 12 Jahren betrifft weniger die Zahl, als die Ausdehnung dieser elektrischen Bahnen. Dies bestätigt, dass besonders die *langen Interurbanlinien* ganz gewaltig aufgekommen sind, was besonders von 1894 an der Fall war. Sowohl die mittlere Geleiselänge als die Fahrgastzahl pro Bahn haben von 1890 bis 1902 auf das 2- bis 3fache zugenommen.

Bei Beurteilung der absoluten Höhe dieser grossen Zahlen ist selbstredend die Grösse des Landes in Betracht zu ziehen. Ein Vergleich mit den Dampfbahnen, die um dieselbe Zeit in der Union bestanden mit 325 000 km Geleiselänge, beleuchtet diese Verhältnisse: Es sind 1902 von allen Bahnen in der Union rund 11 % der Geleiselänge elektrisch betrieben. Dieser Prozentsatz ist somit noch nicht sehr hoch. Nach der Geleiselänge scheint die Bedeutung des elektr. Betriebs unwesentlich höher als 1903 in der Schweiz, wo jenes Verhältnis zirka 9 % ist. Allein der enorme Verkehr, der von einzelnen dieser elektrischen Bahnen bewältigt wird, und die mechanisch bedeutenden Leistungen derselben heben die relative Bedeutung der elektrischen Bahnen über jenes Verhältnis der Längen hinaus. Und die Grossartigkeit einzelner dieser Betriebe sowohl als die absolute Ausdehnung von allen zusammen, die ja schon an Geleiselänge das 10fache aller Schweizerbahnen zusammengenommen erreicht, geben in Verbindung mit der z. T. langen Betriebsdauer den hier gemachten Erfahrungen weit höhere Bedeutung und grösseres Gewicht als unseren, mehr vereinzelten Ausführungen zukommen.

Ein Mass der enormen Ausdehnung der elektrischen Traktion in Nordamerika gibt z. B. auch die Tatsache, dass die General Electric Co. allein im Jahre 1905 Bestellungen auf Traktionsmotoren für 750 000 HP erhielt, worunter für 300 000 HP für schwere Traktion; dazu 4026 Wagen-Ausrüstungen ihres Vielfachsteuerungs-Systems.

## Der Anteil der verschiedenen Kategorien elektrischer Bahnen an deren Entwicklung.

Nach der Statistik lagen 1902 ungefähr ²/₃ der Geleiselänge elektrisch betriebener Bahnen innerhalb von Städten, so dass, die Hoch- und Untergrund-Stadtbahnen abgezogen, wohl *reichlichdie Hälfte der Geleiselänge* eigentlich *städtischen Oberflächen-Strassenbahnen* angehört, die wenig Erfahrungsmaterial für Fernbetriebe bieten.

*Mindestens rund* $^1/_3$ der oben angeführten Längen beschlagen dagegen die *Interurbanlinien,* deren verhältnismässiger Anteil am ganzen von Jahr zu Jahr zunimmt.

Wir zeigten an einer Bahnkarte von Indiana, wie sehr die elektrischen Überlandlinien in diesem landwirtschaftlichen Staat neben den Dampfbahnen sich entwickelt haben. Ähnliche und noch weitergehende Ausdehnung weisen die Interurbanlinien in anderen Staaten auf. Hat 1902 Indiana rund 1100 km Betriebslänge solcher elektrischer Linien, oder 1,2 km auf 100 Quadratkilometer, so haben z. B. die Staaten

| | Michigan | Illinois | Pennsylvania | Ohio | New York | New Jersey | Massachusetts |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Betriebslänge km | 1740 | 2750 | 4100 | 3960 | 4660 | 1400 | 4150 |
| d. i. pro 100 $km^2$ je km | 1,1 | 1,9 | 3,5 | 3,7 | 3,7 | 7,0 | 18,8 |

In letzterem Staate hat also die Dichtigkeit der elektrischen Bahnen das 15fache von der auf der Karte von Indiana gezeigten erreicht. Es ist schon aus diesen Zahlen ersichtlich, dass besonders die elektrischen Überlandlinien eine grosse wirtschaftliche Bedeutung erlangt haben; dabei sei nochmals darauf hingewiesen, dass die Leistungen dieser Linien nicht nur das erreichen, was wir etwa für unsere Nebenbahnen brauchen würden, sondern dass einzelne dieser Betriebe mehr leisten als unsere grossen Hauptbahnen. In den Staaten Massachusetts, Main und Connecticut umfassen die Interurbanlinien zwischen 60 und 63 % der Länge aller elektrischen Linien. Es darf freilich nicht ausser Acht gelassen werden, dass im Lande wenige und namentlich sehr wenig gute Landstrassen vorhanden sind und dass die Entfernungen von einer Ansiedlung zur anderen — auch für die einzelnen Farmen z. B. — so gross sind, dass der Strassenverkehr sehr erschwert, der Sekundärbahnverkehr begünstigt wird. Daher entsteht eben vielfach unmittelbar eine derartige Bahn anstatt einer noch mangelnden Strasse.

Vorläufig nur ein verschwindend kleiner Teil der elektrisch betriebenen Geleiselänge betrifft dagegen *eigentliche Fern-Voll-Bahnen,* und einige Prozent der Länge gehören *Stadt-Hoch- und Untergrundbahnen.* Es wurde aber eingehend dargetan, wie der enorme Verkehr dieser Kategorien ihre verhältnismässige wirtschaftliche Bedeutung weit über das Verhältnis der Längen hinaushebt, wie einzelne dieser Unternehmungen für sich allein den ganzen Schweizer Bahnverkehr übertreffen und wie die mechanischen Leistungen gerade dieser Kategorien alles erreichen, was irgend für unsere Vollbahnen gefordert werden müsste.

## Der Erfolg gegenüber den Dampfbahnen in Hinsicht auf das Finanzielle und die Verkehrssteigerung.

Über diesen Punkt lässt sich, wegen der bedeutenden Änderung aller Verhältnisse, welche die Einführung elektrischer Betriebe jeweilen brachte, mehr nur allgemein als durch strenge Vergleichszahlen urteilen.

### *Erfolg durch Vorteile für das Publikum.*

Die von der Grosszahl der besuchten Bahnen erhaltenen Auskünfte gehen allgemein dahin, dass der Betrieb ein finanzieller Erfolg sei. Dies gilt namentlich auch von den Interurbanlinien, die ja meist durch, nach unserm Masstabe wenig bevölkerte Gegenden ziehen. Es wird überall hervorgehoben, dass die Vorzüge dieser Bahnbetriebsart den Personenverkehr von parallel verlaufenden Dampfbahnen abgezogen, aber gleichzeitig erheblich vermehrt haben. So besonders bei den von Detroit ausgehenden Linien, denen z. T. bis 4 parallel laufende Dampfbahnen Konkurrenz machen. Ebenso bei der Chicago-Aurora- und bei der

Buffalo-Lockport-Bahn, die beide sehr gute Geschäfte z. T. auf Kosten der älteren Dampfbahnen machen. Auch die von Indianapolis aus (siehe die Karte) neben den vielen Dampfbahnen verlaufenden elektrischen Bahnen prosperieren.

Dass die geschilderten *Bequemlichkeiten* dieser Bahnen besonders zur Anziehung des Personenverkehrs dienen, zeigt u. a. die bei der Chicago-Elgin-Bahn erwähnte Tatsache, dass mit deren direkter Einführung auf den Ring der Stadthochbahn die Fahrgastzahl rasch um 30% zunahm.

### *Billige Fahrtaxen.*

Aber auch die *billigeren Taxen* wirken im Sinne des Herüberziehens der Fahrgäste von den Dampf- auf die elektrischen Interurbanlinien. Beinahe alle Oberflächen-, Hoch- und Untergrundbahnen innerhalb der Städte beziehen ohne Ausgabe von Fahrkarten die Einheits-Fahrtaxe von 5 Cents (za. 25 Rappen) pro Fahrgast, ohne Rücksicht auf die Entfernung für eine Fahrt in ein und demselben, meist den ganzen Stadtdurchmesser durchfahrenden Wagen, oft auch mit gewissen Umsteigmöglichkeiten. Es begünstigt dies das Wohnen an der Peripherie, ist aber hierfür auch notwendig; indem die Bahnen diesem Bedürfnis entgegenkamen, fanden sie selbst ihren Vorteil durch Verkehrssteigerung. Von den Interurbanlinien haben kürzere diese Einheitstaxe von 5 Cents beibehalten; längere kommen damit natürlich nicht aus. Manche haben trotzdem das „fahrkartenlose" System, indem sie nach Eintritt in eine neue Zone je neuerdings 5 Cents einziehen; andere haben nach der Entfernung bezw. Zonen abgestufte Taxen, die gleich anfangs eingezogen werden, unter Fahrkartenausgabe ähnlich wie bei uns und den dortigen Dampfbahnen gebräuchlich.

Aber auch hier sind die Taxen i. a. billiger als bei den Dampfbahnen. So z. B. bei Chicago-Wheaton. Th. C. Martin gibt aus den Erhebungen an, dass die mittlere Fahrtaxe bei den in Betracht kommenden Dampflokalbahnen (nur eine Klasse!) 3 Cents pro Meile (za. 9½ Rappen pro km) für einfache Fahrt sei, bei den parallelen elektrischen Überlandbahnen aber nur 1¼ bis 2 Cents pro Meile (3,9 bis 6,3 Rappen pro km) und im Mittel etwa 1½ Cents pro Meile (4,7 Rappen pro km), oft noch wesentlich weniger, abgesehen von Rabatt auf Rückfahrkarten der in viel höherem Masse als bei Dampfbahnen gewährt wird. Nach den Angaben einer über viele Staaten ausgedehnten Dampfbahn waren die Taxen der ihr parallel laufenden, von Ansiedelungszentren ausgehenden elektrischen Linien durchschnittlich nur etwa halb so gross wie ihre eigenen.

Für eine Anzahl Linien in Ohio gibt Th. C. Martin folgenden Taxenvergleich zwischen raschfahrenden elektrischen und den Dampflinien, den wir in km und Rappen umrechnen:

| Strecke | Entfernung | | Fahrtaxe, einfach | | Fahrtaxe hin und zurück | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dampf km | Elektrisch km | Dampf Fr. | Elektrisch Fr. | Dampf Fr. | Elektrisch Fr. |
| Cleveland-Ravenna | 92 | 73 | 5.75 | 3.50 | 10.35 | 5.50 |
| Cleveland-Akron | 61 | 58 | 5.00 | 3.00 | 9.00 | 5.00 |
| Canton-Akron | 37 | 34 | 3.50 | 1.75 | 4.15 | 3.25 |
| Massillon-Uhrichsville | 56 | 60 | 5.25 | 2.75 | 9.45 | 5.00 |
| Cleveland-Creston | 79 | 79 | 7.50 | 4.25 | 13.50 | 7.25 |
| Columbus-Newark | 53 | 60 | 5.00 | 3.00 | 9.00 | 5.00 |
| Newcastle Pa.-Youngstown O. | 34 | 29 | 3.25 | 1.50 | 5.85 | 3.00 |

*Das Vorhandensein so wesentlich billigerer Fahrtaxen als bei den Dampfbahnen, bei dennoch guter Rendite, beweist nun namentlich auch die grössere Billigkeit des elektrischen Betriebs,* wenigstens für die hier in Betracht gezogenen Überland-Bahnen mit (in der Hauptsache) Personenverkehr.

### *Verkehrsablenkung von Dampf- auf elektrische Bahnen.*

Auch wo der *Grossgüterverkehr* von solchen Linien, die sich dazu eigneten, versucht wurde (Buffalo-Lockport), zeigte sich finanzieller Erfolg gegenüber den Dampfbahnen. Im genannten Fall hat ein für die letzteren empfindlicher Übergang des Grossteils dieses Verkehrs auf die neue elektrische Linie stattgefunden.

Die elektrischen Interurbanlinien, mit ihrer Beförderung direkt von Haus zu Haus, haben nach allgemeinem Urteil (auch der Mehrzahl der Dampfbahnleute, wofür die Durand'sche Arbeit z. B. viele Äusserungen erwähnt) den Lokalverkehr überall stark von den Dampf-Bahnen abgezogen. Von 14 befragten bedeutenden Dampfbahn-Gesellschaften, denen solche Konkurrenz erstanden, geben 13 zu, dass dadurch ihr Lokalverkehr auf Entfernungen bis etwa 15 bis 25 km von den betr. Zentren empfindlich, nämlich um 25, 50, 75, ja bis 90% vermindert worden sei. Für den Fernverkehr auf über 40 km wird dagegen keine Verminderung verspürt. Teilweise wurde von den Dampfbahnen versucht, die Kundschaft wieder an sich zu ziehen durch neue Haltestellen oder Vermehrung der Züge, teilweise auch durch Reduktion der Taxen. Allein beides liess sich ohne Nachteile und Verluste für die Dampfbahnen offenbar nur sehr ungenügend durchführen, und die Mehrzahl der Dampfbahnen scheint sich mit den auch von Dampfbahntechnikern geäusserten Tatsachen abzufinden, dass gegenüber den Annehmlichkeiten dieser Betriebsart für den „Lokal"-Personenverkehr nicht aufzukommen ist, die Dampfbahnen aber ihren Rückschlag nach einigen Jahren dadurch wieder einholen, dass diese neue Konkurrenz ihnen für den Fernverkehr Fahrgäste zuführt, die früher überhaupt nicht reisten.

Die *allgemeine Verkehrssteigerung* durch Einführung elektrischer Bahnen zeigte sich überall in hohem Masse, sowohl in der eben erwähnten Art durch Hebung des Fahrverkehrs in einer Gegend überhaupt als auch in der Weise, dass auf bisher mit Dampf betriebenen Bahnen, die in richtiger Erkenntnis der vorerwähnten Verhältnisse zum elektrischen Betrieb ganz oder teilweise übergingen, sich der eigene Personenverkehr enorm hob.

Unter dem Einfluss der Ausdehnung der elektrischen Stadtstrassen- und Überlandbahnen hat sich z. B. laut Statistik in der Union von 1890 auf 1902 die Zahl der Fahrten auf elektrischen Bahnen, welche jährlich auf *jeden* Einwohner durchschnittlich entfallen, im allgemeinen von 32 auf 63 gehoben, in den Städten mit über 4000 Einwohnern (die zusammen ungefähr 1/3 der Gesamtbevölkerung umfassen) von 98 auf 168.

Zwischen zwei mittelgrossen Städten in Ohio stellte sich nach Erstellung einer elektrischen Interurbanlinie auf derselben der dreifache Personenverkehr ein, den vorher die Dampfbahn hatte, während die letztere nach einiger Zeit nur wenig Verminderung des Verkehrs mehr aufwies.

Für die Elektrifikation der Long Island Bahn wurden die anderwärts gemachten Erfahrungen sehr eingehend zu Rate gezogen für die Bemessung aller Teile, und man kam wie erwähnt dazu, die Einrichtung für den elektrischen Betrieb für das *vier*fache der bisherigen Verkehrsleistung mit Dampf zu bemessen. Auch hier handelt es sich um Lokalverkehr — im amerikanischen Masstabe allerdings.

Es unterliegt nach diesen Erfahrungen keinem Zweifel, dass für diese Art Verkehr der elektrische Betrieb überall eine gewaltige Steigerung bringen kann und wird.

Über die Wirkungen der Einführung des elektrischen Betriebes auf *Fern-Vollbahnen* in Hinsicht auf Kosten, Verkehr und Einnahmen kann noch nichts gesagt werden, da die Beispiele oder wenigstens genügende Erfahrungen an solchen heute auch in Nordamerika noch mangeln.

## Die Unfälle auf den elektrischen Bahnen.

### *Zahl und Verteilung der Unfälle bei elektrischen und bei Dampfbahnen.*

Die mehrfach erwähnte Statistik des Census Office liefert über die Unfälle auf den elektrischen Bahnen Nordamerikas einige allgemeine Zahlen. In Anbetracht der durchaus verschiedenen Verhältnisse und Anschauungen über Sicherungsmassnahmen wäre es aber verfehlt, diese Zahlen mit solchen bei europäischen Dampfbahnen zu vergleichen. Dagegen bietet offenbar Anhaltspunkte der Vergleich mit Unfällen bei den *amerikanischen* Dampfbahnen, über welche die Statistik der Interstate Commerce Commission auch Zahlen gibt. Es wird bei der genannten Aufstellung über die elektrischen Bahnen zwar bemerkt, dass z. T. nur die schwereren Unfälle gezählt worden seien; das dürfte aber den Umständen nach in mindestens demselben Masse auch bei der Dampfbahnstatistik der Fall sein.

Nach diesen Aufstellungen traten nun ein im *Jahre 1902:*

Bei den *elektrischen Bahnen:*

| | | |
|---|---|---|
| Bei einer Betriebslänge von rund . . . . . . . | km | 27 500 |
| bei einer Geleiselänge von rund . . . . . . . | km | 36 500 |
| bei einer Anzahl beförderter Personen von rund . . | | 5800 000 000 |
| bei einer Anzahl zurückgelegter Wagen-Kilometer von | | 1850 000 000 |

| | Unfälle | |
|---|---|---|
| | tötliche | andere |
| bei Fahrgästen | 265 | 26690 |
| „ Angestellten | 122 | 3699 |
| „ Dritten | 831 | 17040 |
| Total | 1218 | 47429 |

Bei den *Dampfbahnen:*

| | | |
|---|---|---|
| Bei einer Geleiselänge von rund . . . . . . . | km | 325 000 |
| bei einer Anzahl beförderter Personen von rund . . | | 650 000 000 |

| | Unfälle | |
|---|---|---|
| | tötliche | andere |
| bei Fahrgästen | 345 | 6683 |
| „ Angestellten | 2969 | 50524 |
| „ Dritten | 5274 | 7455 |
| Total | 8588 | 64662 |

Hieraus geht hervor, dass in jenem Jahre Unfälle vorkamen:

| | pro 1000 Kilometer Geleiselänge | | pro Million Wagenkilometer | | pro Million Fahrgäste | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | tötliche | andere | tötliche | andere | tötliche | andere |
| Bei Fahrgästen elektr. Bahnen | 7,3 | 730 | 0,14 | 14,4 | 0,05 | 4,6 |
| Bei Fahrgästen v. Dampfbahnen | 1,1 | 20 | — | — | 0,53 | 10,3 |
| Bei Angestellten elektr. Bahnen | 3,3 | 102 | 0,07 | 2,0 | 0,02 | 0,6 |
| Bei Angestellten v. Dampfbahnen | 9,1 | 155 | — | — | 4,56 | 77,7 |
| Bei Drittpers. durch elektr. Bahnen | 22,5 | 466 | 0,44 | 9,2 | 0,14 | 2,9 |
| Bei Drittpers. durch Dampfbahnen | 16,2 | 23 | — | — | 8,10 | 11,5 |
| Total bei elektrischen Bahnen | 33,1 | 1298 | 0,65 | 25,6 | 0,21 | 8,1 |
| Total bei Dampfbahnen | 26,4 | 198 | — | — | 13,19 | 99,5 |

Auffallen muss zunächst die verhältnismässig grosse Zahl der Schadigungen, besonders Tötungen von Drittpersonen, auch bei Dampfbahnen; sie erklärt sich aber aus der amerikanischen Gewohnheit der Begehung der Bahnlinien durch Jedermann und aus dem oft mangelnden Abschlusse der Bahnkörper.

Sodann sind diese Zahlen besonders dadurch beeinflusst, dass es sich bei den elektrischen Bahnen zum grössten Teil um solche auf Strassen mitten im übrigen Verkehr und mit grosser Zugsfrequenz handelt, bei den Dampfbahnen aber zumeist um solche mit eigenem Bahnkörper und wenigen Zügen. Dies erklärt, dass die Unfallzahl pro Geleiselänge bei diesen elektrischen Bahnen im allgemeinen grösser ist. Anderseits gibt die viel grössere, im ganzen das 10fache übersteigende Unfallzahl der Dampfbahnen gegenüber derjenigen der elektrischen Bahnen, bezogen auf die Zahl der *Fahrgäste*, ein zu günstiges Bild für die elektrischen Bahnen, weil der Fahrgast auf den letzteren, ihrer Art entsprechend, durchschnittlich eine viel kürzere Strecke durchfährt als auf den Dampfbahnen. (Immerhin dürfen die langen elektrischen Interurbanfahrten nicht übersehen werden.) Leider sind keine statistischen Angaben da, welche einen besseren Vergleich, z. B. bezogen auf den Fahrgast-Kilometer, ermöglichen würden.

Die Zahlen lassen noch folgenden Vergleich zu:

Es wurde je ein *Fahrgast:*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| getötet auf rund | 23 | Millionen | Passagierfahrten | bei den | elektrischen Bahnen, bezw. |
| | 1,9 | „ | „ | „ „ | Dampfbahnen |
| verwundet auf rund | 2,2 | „ | „ | „ „ | elektrischen Bahnen, bezw. |
| | 0,1 | „ | „ | „ „ | Dampfbahnen. |

Dagegen wurde jährlich (laut Sonderangaben) je ein *Bahnangestellter* (exklusive Bureaupersonal):

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| getötet auf rund | 401 | vorhand. | Angestellte | (123 v. Zugspers.) bei d. Dampfbahnen |
| | 1095 | „ | „ | bei den elektrischen Bahnen |
| verwundet auf rund | 24 | „ | „ | (10 v. Zugspers.) bei d. Dampfbahnen |
| | 36 | „ | „ | bei den elektrischen Bahnen. |

Im ganzen kann man wohl das Resultat erkennen, dass der elektrische Betrieb — und es handelt sich ja hier vielfach um sehr raschen und z. T. auch um schweren Betrieb — jedenfalls keine Vermehrung der Unfälle bringt, sondern eher Verminderung, sowol für die Fahrgäste wie namentlich die Angestellten, bei denen die erschreckenden Unfallzahlen des amerikanischen Dampfbahn-Betriebs beim elektrischen wesentlich herabgemindert erscheinen.

*Anteil der elektrischen Einrichtungen an den Unfallursachen.*

Wir haben schon bei den einzelnen Bahnen darauf hingewiesen, dass die Unfälle durch die elektrische Zuleitung in Form von *Oberleitung* überall als ganz selten, kaum in Betracht fallend bezeichnet werden, dass aber auch die *dritte Schiene* viel weniger Unfälle zeitigte als a priori zu erwarten war.

Dass voraussichtlich andere Faktoren mehr als das eigentliche Betriebssystem es sind, welche wesentlich die Unfallzahlen beeinflussen, geht auch aus folgender Zusammenstellung hervor, welche die Durand'sche Statistik enthält und die wir daher hier erwähnen:

Es trifft auf jede im Jahre 1902 bei elektrischen Bahnen Nordamerikas getötete Person an durchfahrenen Wagenkilometern rund

| im Mittel: | bei Interurbanlinien: | | bei Bahnen in Stadtzentren von | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | sehr langen und schnellen: | anderen: | unter 25 000 | 25 000 bis 100 000 | 100 000 bis 500000 | mehr als 500 000 Einw. |
| 1 520 000 | 850 000 | 1 230 000 | 1 160 000 | 1 500 000 | 1 760000 | 1 720 000 |

Hierdurch wird u. A. bestätigt was augenscheinlich: Es passiert ein Unfall im allgemeinen auf eine um so kleinere Verkehrsarbeit (Wagenkm), je grösser die Geschwindigkeit ist (schnelle Interurbanlinien gegen langsame); sodann hat offenbar die Art des zu schneidenden Strassenverkehrs wesentlichen Einfluss.

## Die Systemfragen.

### Allgemeines.

Der elektrische Bahnbetrieb hat sich bekanntlich, wie überall, so besonders in Nordamerika, zunächst an Strassenbahnen in den Städten entwickelt, auf diesem Gebiet aber schon frühzeitig sehr rasch, zu Zeiten, da es nichts anderes als *Gleichstrom* und *Niederspannung* gab. Beides genügte nicht allein für diese Zwecke, sondern war dafür, nachdem praktische Stromabnahme ab *Oberleitung* gefunden war, in Verbindung mit dem *Seriemotor* besonders gut geeignet und ist es bis heute geblieben.

Rascher, früher als in Europa kam die Anwendung auf grössere Distanzen, die sich schon in den Grosstädten boten. Noch bevor irgend ein anderes Motorensystem als dasjenige für Gleichstrom mit Niederspannung bekannt oder praktisch verwertbar war, nahmen solche Bahnen Längenausdehnungen an, die die Speisung von mehreren Erzeugerstationen verlangten. Mit Anwendung von Boosters, Akkumulatorenstationen und einer Mehrzahl von Dampfkraftwerken zur Lösung dieser neuen Aufgabe beginnend, benutzte man dann sofort, nachdem der Hochspannungsdrehstrom und seine stationären Motoren verwertbar geworden waren,

dieses neue Mittel, um von einer zentralen Dampfkraftstation aus ein solches grösseres Strassenbahnnetz mittels Umformung zu speisen. So führte sich dies System als das passendste ein, um Anlagen, die in sehr grossem Umfange schon bestanden und die sich im eigentlichen Triebsystem — Gleichstrom-Niederspannung-Oberleitung — glänzend bewährt hatten, in einfachster Weise beliebig zu erweitern. Die Umformerwerke boten dabei gegenüber besonderen Kraftwerken erhebliche Vorteile, und da es sich zunächst fast ausschliesslich um Bahnen mit dichtem Verkehr handelte, spielten die Bedienungskosten dieser Umformerstationen keine wesentliche Rolle.

In äusserst schneller Entwicklung entstanden so nach diesem bewährten Systeme längere *Vorortlinien* und daraus dann die *Überlandlinien*, deren Ausbreitung wir schilderten, mit wesentlich grösseren Längen als bisher bei elektr. Bahnen vorgekommen. Ihr Verkehr war eben, obwohl noch ziemlich frequent, doch wesentlich weniger dicht als bei den Stadtstrassenbahnen, und so reichte dasselbe System dafür aus. Wie wir an Beispielen zeigten (z. B. Buffalo-Lockport), werden aus dieser Betriebsart mit Gleichstrom und Oberleitung von 500—600 V. regelmässig enorme Leistungen herausgeholt, wie dies bei uns kaum je geschieht, Leistungen, die viele unserer Normalbahnen befriedigen könnten. Dies geschieht allerdings mit stärkster Inanspruchnahme allen Materials und offenbar mit mehr Unterhaltskosten, auch mit geringeren Reserven für die Sicherheit des Betriebs, als wir gewöhnt sind, aber insgesamt doch rationell. So hat sich dies System bis in die weitgehenden Ausführungen der letzten Jahre als durchaus wirtschaftlich, zweckentspechend und genügend erwiesen. (Dazu trug allerdings offenbar die amerikanische Auffassung bei, dass solche Verkehrsanlagen zwar für die tadellose Durchführung der „normalen“ Hochbeanspruchung genügen müssen, bei ausserordentlichen Maximalbeanspruchungen aber eine vernünftige Nachsicht des Publikums verdienen, welche unsere Auffassung nicht zulässt, die auch für solche Fälle störungs- und verzögerungslose Erfüllung der Aufgaben verlangt.)

Die Unmöglichkeit des Genügens dieses Systems trat nur bei einzelnen Fällen äusserst dichten Verkehrs, den Hoch- und Untergrundbahnen der Städte, auf. Die Änderung der Zuleitung in das *Drittschienensystem* genügte aber — wiederum zu einer Zeit, da noch keine andere Motorenart als die des Gleichstroms ernstlich in Frage kommen konnte — den Niederspannungsgleichstrom auch hiefür wieder tauglich zu machen. Der abgeschlossene Bahnkörper dieser Bahnkategorien begünstigte sehr den Erfolg dieser Zuleitungsart, und die schon an sich hohen Baukosten solcher Bahnen liessen wieder den Einfluss der Unterstationen und ihrer Bedienung auf die Kosten ganz verschwinden.

Das so modifizierte System fand dann, wie wir sahen, bald auch Verwendung und für diese Fälle befriedigende Verbesserung bei Überlandbahnen mit ausnahmsweise dichtem Verkehr.

Die Privatinitiative gewinnsuchender Gesellschaften, die offenbar in Nordamerika allein die Entstehung von Eisenbahnen bestimmt, hatte nach diesen Systemen bald ein gewaltiges Netz von ausgewählten Linien geschaffen, die hohen Verkehr und ordentliche Rendite erwarten liessen und zumeist auch brachten. Umgekehrt schuf man in Europa, wenigstens besonders in der Schweiz, vielfach solche neue Bahnen als elektrische, die nicht aus der Aussicht auf sicheren Gewinn entstunden, sondern aus dem Bestreben der Bevölkerung gewisser Landesteile nach Verkehrsanschluss. Bei diesen Bahnen liess die voraussichtlich geringe Benützung von vornherein nach äusserst sparsamen Systemen suchen.

In Nordamerika nahm ganz offenbar erst seit dem später in Angriff genommenen Bau längerer Linien von geringerer Alimentation die Frage billigerer Erstellung und billigeren Betriebs, also u. a. des Wegfalls von Unterstationen und ihrer Bedienung, Bedeutung an.

Die Verwendung *höherer Fahrdrahtspannung* wurde daher erst in den letzten Jahren *ernstlich* in Frage gezogen. Hintangehalten wurde diese Entwicklung drüben entschieden noch lange dadurch, dass das Niederspannungs-Gleichstrom-Material schon in so ungeheurer Anzahl in Verwendung und von den Fabriken nach allen Richtungen normalisiert war. Da es tatsächlich nur einige wenige Fabriken sind, welche für die Union den Markt beherrschen, ist diese „Standardisierung" sehr erleichtert. Sie hat aber ja auch zu einer wirklich lobenswerten, tüchtigen Durchkonstruierung der Produkte seitens der Fabriken geführt. Der Besteller wusste, dass er, wenn er sich an das Normal hielt, rasch und billig eine sicher funktionierende Anlage hundertfach bewährten Systems erhielt, für die auch rasche Nachlieferungen gesichert waren. Das Gegenteil bei Abweichung vom Normal. Dazu hatten die Lieferanten, die in Nordamerika es verstehen, bei den grösseren Unternehmungen, die ihre Besteller sind, sich selbst Beteiligung zu sichern, grosses Interesse, von ihrem Normal nicht abzugehen. Dazu liegt teilweise wohl auch gewisse technische Berechtigung vor. Auf Hochspannungs-Gleichstrommotoren für Bahnbetrieb hat sich die nordamerikanische Fabrikation nie ernstlich eingelassen.

Auch die Eigenschaften des *Gleichstrom-Serie-Motors* befriedigten und befriedigen offenbar heute noch die Bedürfnisse des Eisenbahnbetriebs nach amerikanischer Anschauung. Die Notwendigkeit der Veränderung der Zugkraft wegen wechselnder *Steigungen* stellt sich, wenigstens im Osten und Zentrum, wegen der Ebenheit des Landes im allgemeinen weniger ein als bei uns und beschränkt sich i. a. auf kürzere Strecken. Da scheint nun nach unserer Beobachtung nicht nur bei den leichten elektrischen, sondern auch bei den schweren Dampfbahnen der Amerikaner dem sehr praktischen Grundsatz zu huldigen, seine Triebmittel für den weitaus grössten Teil der Fahrt, die Ebene, passend zu bauen und zwar dort für grosse Geschwindigkeiten, unbekümmert darum, dass die Geschwindigkeit auf den Steigungen dann u. U. nur sehr klein sein kann. Während die Geschwindigkeiten auf der Ebene die unserigen ja i. a. weit übertreffen, haben wir auf Steigungen umgekehrt sehr geringe beobachtet; so auch bei Expresszügen auf berühmten längeren Steigungen der Pa. R. R. (übrigens nur 18 ‰ Maximum) viel geringere als z. B. bei uns in analogen Fällen auf der G. B. Dadurch wird vermieden, dass auf der langen Fahrt der Ebene unnützes Triebmittelgewicht geschleppt werden muss und sonst unrationell gearbeitet wird, und beim elektrischen Betrieb würde erreicht, dass die Maximalleistung der Kraftwerke und Übertragungsanlagen kleiner sein könnte. Da sich dieser Betriebsart die Serieeigenschaft der Motoren unmittelbar anschmiegt, wird diese in Amerika, wohl von der überwiegenden Mehrzahl der Techniker, als ein Vorzug betrachtet. Man scheint drüben i. a. keine Gründe für die bei uns vielfach vertretene Ansicht zu finden, es müsste ein und dasselbe Triebmittel auch über grosse Steigungen mit grosser Geschwindigkeit, möglichst auf allen Rampen mit gleicher Geschwindigkeit fördern können; man hält dies nicht für nötig und praktisch; man zieht vor, durch schnellere Fahrt in der Ebene die nötige kurze Fahrzeit zu erreichen. Bei schweren Güterzügen braucht der Amerikaner bekanntlich schon im Dampfbetrieb überall das Mittel von, einer längeren starken Steigung *zugeteilten* Stosslokomotiven, eine Anordnung,

die ja auch bei uns z. T. gebräuchlich und die sich elektrisch noch viel vorteilhafter durchführen liesse.

Die Forderung, für gegebene Zugsgewichte und Steigungen, also bestimmte Zugsgewichte verschiedene Geschwindigkeiten erzielen zu können mit gutem Wirkungsgrad, trat in starkem Masse gerade bei den Interurbanlinien auf, besonders wegen der durch den Strassenverkehr bedingten Verminderung der Geschwindigkeit in der Stadt und der anderseits verlangten grossen Schnelligkeit über Land. Die bei den einzelnen Bahnen beschriebene Anordnung von 2 und von 4 Motoren in Serie-Parallel-Schaltung befriedigt dies Bedürfnis nach der Ansicht der dortigen Techniker praktisch vollauf genügend.

Dieses einfache und alte Mittel genügte auch, wie die Lokomotiven Typ 6000 der New York Central bewiesen, zur Schaffung einer rationellen Einheitslokomotive für raschesten Expresszug-, wie für langsamen, äusserst schweren Güterzugs-Dienst je mit gleicher, sehr hoher Leistung.

Endlich wurde auch in der indirekten Vielfachsteuerung das Mittel gefunden, die „Handhabung" der bedeutenden Ströme, die sich bei der niedrigen Spannung für die Leistungen stärkster Lokomotiven ergeben, sicher und ohne starke Abnützungen vorzunehmen.

Dies alles sind wohl die Gründe, weshalb das *Gleichstrom-Niederspannungssystem,* so ungeheuer rasch Ausdehnung gewinnend, bis heute mit Ausnahme weniger Prozente der Linienlänge in Nordamerika fast das einzig angewandte blieb. Dass es mit der *dritten Schiene* auch für schwersten und dichtesten Verkehr technisch durchaus befriedigen kann, zeigen z. B. eben die Ausführungen des New York Subway und der New York Central Ry.

Da so das herrschende System eigentlich *technisch* bereits alles zu Fordernde in bewährten Ausführungen leistete, so konnten nur *wirtschaftliche* Gründe zu ernstlicher Ausbildung anderer Systeme führen, und diese Gründe konnten bei der Art der Entstehung von Unternehmungen in Nordamerika auch für die Fabrikanten erst dann triftige werden, als eine Grosszahl günstiger Anlagen erstellt, dieses Gebiet stark ausgenützt war, und der Unternehmungsgeist nun erst an andere, weniger günstige Fälle herantrat.

Zunächst an, über *grössere Distanzen* reichende *Überlandlinien,* die man z. T. später zu Schnellbahnlinien zwischen grossen Zentren auszubilden gedachte. Diese zuerst suchten nach *Verwendung höherer Spannungen,* damit auf die Wechselstromsysteme kommend, aber erst vor wenigen Jahren, als der Ausbau der *Einphasen-Wechselstrom*-Motoren bereits die sichere Möglichkeit der Verwendung für Bahnbetrieb bot.

Es ist wohl hauptsächlich dieser zeitlichen Entwicklung zuzuschreiben, dass man sich in Nordamerika nun direkt an die *Hochspannungs-Einphasen-Bahnen* heranmachte, mit *Drehstrom* sich wohl theoretisch und mit Fabriks-Versuchen (z. B. in der G. E. Co.) vorübergehend, aber nie in ernstlichen Ausführungen für den wirklichen Betrieb befasste. Wir haben auf unserer Reise gar keine Drehstrombahn getroffen und auch von keiner vernommen.

### Einzelheiten der Systemfragen

anbelangend, fällt noch auf, dass fast ausschliesslich *Rollen-Trolley* verwendet wird, auch für die höchsten Leistungen und Geschwindigkeiten. Die Gründe sind nach Einsicht und Erkundigung wohl folgende: Einmal sind, namentlich bei den rasch befahrenen Überlandlinien, verhältnismässig wenige Kurven da.

In den Stadtstrassen ferner beinahe keine Luftweichen, da fast alles zweigeleisig ist, und selbst an den Endstationen meist ein Rundlauf anstatt Übergangsweiche auf das andere Geleise. Sodann haftet dem Rollen-Trolley die mehrfach geschilderte Zähigkeit der „Standard“-Konstruktion an. Endlich wird ihm für die sehr rasche Fahrt auf geraden Strecken der unzweifelhafte Vorzug des geringen Gewichts, kleiner lebendiger Kraft zugeschrieben. Wie ausserordentlich weit man hier mir der Rolle geht, wurde im Einzelnen gezeigt. Wenn auch dabei ohne Frage viel grösserer Rollenverbrauch eintritt als bei uns zulässig erachtet würde, so ist dafür der Ersatz nicht teuer und rasch vollzogen (er wird u. U. auf der Fahrt ausgeführt mit mitgenommener Reserve). Da das Rollentrolley für den grössten Teil der Strecke gut ist, wendet es der Amerikaner durchwegs an, dafür bei Kurven und Weichen, wo dieser Abnehmer Nachteile hat, langsamer fahrend. Es kommt ihm dabei zu gute, dass der amerikanische Angestellte solch' sorgfältiges „Handeln nach Umständen“ wirklich stets mit Interesse vollzieht, viel überlegter und weniger mechanisch handelt als unser Durchschnittsarbeiter.

Wo und wie wenig *Bügel* als Stromabnehmer vorkommen, gaben wir einzeln an; andere, z. B. seitliche Abnehmer von Oberleitung fanden wir keine und konnte man uns auch nicht nennen.

## Die weitere Entwicklung der Systemfrage in Nordamerika

lässt sich zunächst nur aus Äusserungen massgebender Persönlichkeiten und aus einigen, als Versuche im grossen Stil zu betrachtenden Anfängen der Elektrifikation grösserer Hauptbahnen übersehen.

Wie wir bei Besprechung des zukünftigen Betriebes der New York Central Ry. erwähnten, kam die über die Systemfrage entscheidende Kommission, der u. a. die bekannten Herren *Frank J. Sprague, Bion J. Arnold* und *George Gibbs* angehörten, und die ihren Beschluss schon 1903 fassen musste, damals dazu, das Wechselstromsystem als noch nicht genügend ausgebildet zu erklären, um diese ausserordentlichen Leistungen sicher zu erfüllen, wie man dies vom Gleichstrom mit 3. Schiene bestimmt annahm.

Für den New York Subway hatte Hr. *N. Tesla* in einigen seiner sporadischen Äusserungen an die Presse sehr scharf ausgedrückt, es hätte für diese Bahn „eines seiner Mehrphasensysteme“ als wesentlich besser angewendet werden sollen. Der um die Entwicklung der elektrischen Traktion sehr verdiente Hr. *L. B. Stillwell,* der hauptsächlichste Schöpfer des elektrischen Teils dieser Untergrundbahn, äusserte hierauf in öffentlicher Erwiderung unter anderem folgendes: Das Mehrphasensystem, auf dessen Anfänge Tesla 1888 Patente nahm, und das seither von vielen Anderen zur eminenten praktischen Verwertbarkeit gebracht worden, auch von Ganz & Co. für den Subway vorgeschlagen worden sei, habe gewiss unbestreitbare Vorzüge, es sei aber in Amerika nie in einem Grade für Traktion versucht worden, welcher dessen Anwendung für die Untergrundbahn gerechtfertigt hätte. Denn auch die neuen Ausführungen von Ganz & Co. in Europa hätten nur seine Eignung für gewisse Fälle dargetan. Nach seiner Ansicht wie derjenigen der Ingenieure der G. E. Co. und von Westinghouse, sowie aller Mitglieder der elektrischen Kommission des Subway (u. a. von Mr. *Hotchinson*), sei nur das in Paris, London, Brooklyn, für Long Island und New York Central adoptierte und bewährte Drittschienen-Gleichstrom-System in Betracht gekommen, trotz *höherer* Erstellungskosten desselben.

Wir erwähnen diese Äusserung, weil die Autorität Mr. Stillwells u. a. in europäischen Zeitungen als den Drehstrom empfehlend angeführt wurde. Es erklärt sich dies daraus, dass der genannte in Diskussionen im amerikanischen Elektro-Ingenieurverband bei Vorträgen über die Verwendung des Drehstroms zur Traktion, gewisse Vorzüge desselben anerkannte und hervorhob, wie jeder vorurteilslose Techniker tun wird.

In mündlicher Unterhaltung hat uns Hr. Stillwell seine Ansicht dahin ausgesprochen, dass er voraussehe, dass für die grösseren Probleme der Traktion nun der Einphasenstrom das Feld gewinnen werde.

Entschieden in diesem Sinne äusserte sich zu uns auch Hr. *G. Gibbs*, der Schöpfer des elektrischen Teils der Long Island RR., der seiner Zeit auch am Beschluss auf Gleichstrom für New York Central und für Long Island selbst mitwirkte. Er erklärte uns, dass (1905) die Long Island RR. auch bereits kleine Versuchsstrecken mit Einphasenstrom eingerichtet habe, und die Versuche sehr befriedigten. Es handelte sich um Oberleitung mit 2000 Volt. Die etwas geringere Anfahrbeschleunigung und das etwas höhere Ausrüstungsgewicht hielt er für praktisch unbedeutend. Man werde für die äusseren, längeren Strecken der L. I. R. mit weniger dichtem Verkehr voraussichtlich auf dies System greifen.

Bekanntlich ist dies im Konzern der Pennsylvania RR. und der Long Island RR. sowie der New York, New Haven und Hartford Ry. seither geschehen, und zwar mit Spannungen bis 15000 Volt und z. T. mit schweren Lokomotiven von Westinghouse. Gegen die von der New York, New Haven Ry. beschlossene Einführung solcher in den neuen Zentralbahnhof der New York Central, der für Gleichstrom 3. Schiene eingerichtet, hat sich allerdings Mr. *Frank J. Sprague* lebhaft ausgesprochen, indessen ausdrücklich sich als nicht prinzipiellen Gegner des Einphasenstroms erklärend.

Alles scheint uns darauf hinzudeuten, dass für *grössere* Traktionsaufgaben in Nordamerika das *Einphasen-Wechselstromsystem* den Sieg gewinnen werde, neben einer wahrscheinlich *bleibenden* Verwendung des Gleichstroms für sehr viele Fälle, und in grossem Masse. Für die Einphasen*motoren* geht die Tendenz offenbar auf die Verwendung gewöhnlicher *Serie*-Kollektormotoren mit Kompensationswicklungen; die massgebenden Fabriken haben die Versuche mit den anderen Lösungen fallen gelassen, und die Serie-Eigenschaft wird im allgemeinen eher als ein Vorzug erkannt.

Für die *Periodenzahl* war zur Zeit unseres Besuches fast allgemein nur von 25 die Rede. Diese Zahl hatte sich eben in Nordamerika als Normal ausgebildet für die zahlreichen allgemeinen Energieverteilungsanlagen, welche vor allem auch Einanker-Umformer in grosser Zahl betrieben. Daran knüpfte daher einerseits der Strombezug für die ersten, kleineren Einphasenbahnanlagen an, anderseits der Konstrukteur, dem die Verhältnisse bei dieser Zahl schon bekannt waren. Neuerdings aber werden in den Diskussionen der amerikanischen Ingenieure Stimmen laut, welche auf Herabsetzung der Periodenzahl unter 25 befürworten, und die von 15 oder einer Zwischenzahl sprechen. Diese Frage, von der es anfänglich den Anschein hatte, sie sei in Nordamerika definitiv für 25 entschieden, ist es tatsächlich auch dort noch nicht, und man kann sagen, dass deren ernstliche Untersuchung dort erst ganz neuerdings anfängt.

## Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Mit Rücksicht auf die schon in der Einleitung erwähnten, nicht rein technischen Kreise, welche Anrecht und Interesse an unserer Berichterstattung haben, wird es erwünscht sein, wenn wir nochmals die Hauptpunkte kurz resümieren, die wir bezüglich Stand und Erfolg der elektrischen Traktion in Nordamerika und deren Aussichten dort und bei uns glauben feststellen zu können.

Es sei dies im folgenden getan:

1. Die elektrischen Bahnen sind in Nordamerika sehr verbreitet (Geleiselänge schon 1902 mehr als die 10fache aller Bahnen der Schweiz überhaupt), auch im Verhältnis zu den Dampfbahnen mehr als in der, an elektrischen Bahnen verhältnismässig reichen Schweiz.

Infolge der grundverschiedenen Siedelungs- und Verkehrsverhältnisse kann man aber nicht dieselben Arten von Bahnen unterscheiden wie bei uns, und es sind daher auch die dortigen elektrischen Bahnen im allgemeinen mit keinen Bahnen ähnlicher Verhältnisse in der Schweiz vergleichbar.

2. Ausser den Stadtstrassenbahnen (mit viel grösserer Frequenz als bei uns) haben besonders die Interurbanlinien eine grossartige Entwicklung genommen, d. i. eine Kombination von Stadtstrassen- und Überland-Bahnen für den Verkehr direkt von Haus zu Haus über hunderte von Kilometern.

Diese leichteren elektrischen Bahnen verwenden regelmässig Geschwindigkeiten bis 90 oder 100 km, sie übertreffen darin die Schnellzüge unserer Normalbahnen und weisen z. T. bedeutende, den Personenverkehr der letzteren überholende Verkehrsleistungen auf. Sie fahren auf hunderte von Kilometern, und bilden gelegentlich Netze, die vergleichsweise die ganze Schweiz überspannen würden; sie laufen oft parallel zu Dampfbahnen, denen sie durch Bequemlichkeiten für das Publikum und weit billigere Taxen sehr empfindliche Konkurrenz machen, bei eigenem finanziellem Erfolg. Z. T. besorgen sie auch Güterverkehr.

3. Die Stadt-Hoch- und Untergrundbahnen bewältigen mit dem elektrischen Betrieb einen enormen Verkehr bei sehr grossen Leistungen pro Zug. Obwohl nur Stadt- und Vorortbahnen, haben sie z. T. ähnliche Betriebslängen wie kleinere unserer Privatnormalbahnen; die Zugsgewichte sind denen unserer Vollbahn-Schnellzüge vergleichbar, die Beschleunigungen und Zugsleistungen übersteigen die der letztern bedeutend, die Verkehrsarbeit ist viel grösser. (Die New Yorker Hoch- und Untergrundbahn allein befördert jährlich 6 mal mehr Personen als alle Schweizerbahnen zusammen, macht ungefähr doppelt so viele Achsenkilometer mit Personenzügen als diese und hat ziemlich genau gleich viel Personenwagen wie S. B. B. und G. B. zusammen.) Diese elektrischen Betriebe funktionieren tadellos und lösen Aufgaben, wie sie unser Vollbahnbetrieb nicht grösser stellen wird.

4. Die Elektrifikation der amerikanischen Fern-Vollbahnen selbst ist erst in den Anfängen. (Die gegenüber der Schweiz 4—5 mal billigere Kohle und das im Osten und im Zentrum der Staaten nur vereinzelte Vorkommen grösserer Wasserkräfte lenken im allgemeinen nicht auf Wasserkraftausnützung für Bahnbetrieb.)

Der Betrieb der bisher elektrifizierten Strecken umfasst Zugsgewichte, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und Leistungen, welche diejenigen des Schnellzugs- wie Güterzugs-Verkehrs unserer Vollbahnen z. T. übersteigen, und er hat sich (kürzere Strecken seit 8—12 Jahren) bewährt.

5. Als System ist bisher fast ausschliesslich dasjenige des Gleichstroms niedriger Spannung mit Seriemotoren verwendet worden; mit ihm wurden die genannten Erfolge erzielt.

6. Die erwähnten Interurbanlinien verwenden beinahe ausschliesslich Oberleitung und Rollentrolley; für die Energieverteilung hochgespannten Drehstrom mit Umformung auf Gleichstrom in Unterwerken. Sie erzielen damit z. T. Einzelleistungen und vollziehen Verkehrsarbeiten, die für viele Zweige von Normalbahnen bei uns vollauf genügen würden.

7. Interurbanlinien mit besonders schwerem Verkehr, besonders aber alle Hoch- und Untergrund- und die elektrifizierten Strecken von Fern-Voll-Bahnen verwenden dritte Schiene als Zuleitung. Die Anlage der Drittschienenleitung wurde seit vielen Jahren vervollkommnet und die neuen Konstruktionen und Verfahren gegen Eisbildung und Schnee haben sich in langen und schweren Wintern derart bewährt, dass Störungen dieser Art selten und unbedeutend geworden sind, diese Zuführungsart durchaus betriebssicher ist (Verwendung auf wichtigsten Expresszugsstrecken) und Unfälle von der 3. Schiene wenig vorkommen.

8. Elektrische Lokomotiven für Gleichstrom-Niederspannung sind im Dienst sowohl für schnellsten Expresszug- wie für schwersten Güterzugsdienst, z. T. mit Leistungen, die das übertreffen, was wir bedürfen. Es sind solche Vollbahnlokomotiven seit 8—12 Jahren im Dienst; ältere haben kleinere Mängel gezeigt, doch stehen sie heute noch vorteilhaft im regulären Dienst; bei den neueren sind diese Mängel gehoben und die Maschinen besitzen eine bedeutende Kombinationsfähigkeit für verschiedenste Dienste, die den Dampflokomotiven abgeht.

9. Mancherlei, bei uns gelegentlich als für den derben Bahndienst zu kompliziert befürchtete Einzeleinrichtungen für gewisse elektrische Betriebe sind in Nordamerika in regelmässigem, bewährtem Gebrauche. So besonders die Einrichtungen für elektrische Vielfachsteuerung einer Mehrzahl von Motorwagen durch einen einzigen Mann. Diese Apparate sind sehr gut ausgebildet und seit Jahren in schwierigsten Fällen in tausenden von Ausrüstungen im Betrieb (New York und Brooklyn allein za. 2000).

10. Der elektrische Betrieb mit Motorwagen allein weist infolgedessen glänzende Beispiele seiner Leistungsfähigkeit und der Ersparniss an totem Gewichte auf (z. B. New York Subway). Diese Beispiele beweisen, dass, soweit Motorwagenbetrieb aus andern Gründen überhaupt angängig ist, derselbe unmittelbar für jeglichen unserer Vollbahnbetriebe tauglich und mit Vorteil verwendbar wäre.

11. Mit der Anwendung höherer Spannungen am Fahrdraht wird auch in Nordamerika erst begonnen. Die günstigen Verhältnisse der bisher elektrifizierten Linien und der rasche Aufschwung des Gleichstrom-Niederspannungssystems zu höchsten Leistungen in beinahe einwandfreier Weise hat jene Entwicklung lange hintangehalten. Überlandlinien mit erheblichen Leistungen haben jetzt mit geringeren Hochspannungen und Einphasenstrom gute Erfolge gezeitigt und funktionieren sicher; Vollbahnstrecken mit höchsten Anforderungen werden auf Einphasenstrom, auch mit schwerem Lokomotivbetrieb und hohen Spannungen umgebaut und versprechen nach bisherigen Versuchen guten Erfolg.

12. Die direkte Anwendung von Drehstrom für Bahnbetrieb ist kaum ernstlich versucht und nirgends praktisch durchgeführt worden.

13. Die zukünftige Entwicklung der Systemfrage wird für schwere und lange Bahnen nach der Ansicht wohl der Mehrzahl der massgebenden nordamerikanischen Techniker nach der Richtung des hochgespannten Einphasenstroms

gehen. Alle neueren Versuche zielen dahin. Dabei scheint dem Seriekollektormotor allgemein der Vorzug gegeben zu werden.

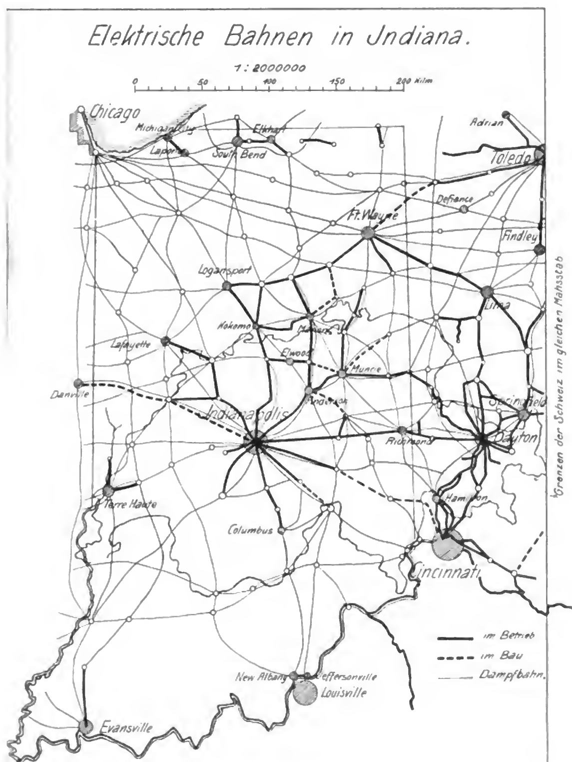
Daneben wird voraussichtlich der Gleichstrom mit Niederspannung ein grosses Feld behaupten.

14. Für die Vergleichung von Betriebsausgaben und besonders von Unterhaltskosten zwischen elektrischem und Dampfbetrieb lassen sich schwer direkte Resultate liefernde Zahlen finden. Doch ergibt sich allgemein, dass der Unterhalt der elektrischen Ausrüstung den Erwartungen der Elektriker entsprechend meist wirklich gering ist und einen ganz unwesentlichen Faktor in den Gesamt-Unterhaltskosten bildet, dass besonders der Lokomotivenunterhalt sehr wenig kostet, dass Hochbahnbetriebe durch den Übergang von Dampf auf Elektrizität ihre Resultate ganz bedeutend verbesserten; ferner dass die Interurbanlinien mit durchschnittlich halben Taxen gegenüber parallelen Dampfbahnen finanziell ganz gute Ergebnisse zeitigen im Personenverkehr.

Im übrigen ergab die Einführung des elektrischen Betriebs überall eine bedeutende Steigerung des Verkehrs, bis auf das vierfache; hierdurch verlieren die Zahlen ihre direkte Vergleichbarkeit, da natürlich schon durch die Verkehrssteigerung allein (auch ohne Systemwechsel) die Rendite sich verbessert. Doch zeigt sich jedenfalls, dass die elektrischen Betriebe im allgemeinen finanziell Fortschritte brachten.



Tafel 1


Elektrische Bahnen in Jndiana.
1 : 2000000
0
50
100
150
200 Kilm
Chicago
Michigan City
Laporte
South Bend
Elkhart
Adrian
Toledo
Defiance
Ft. Wayne
Findley
Logansport
Lima
Kokomo
Marion
Lafayette
Elwood
Muncie
Danville
Anderson
Springfield
Indianapolis
Richmond
Dayton
Terre Haute
Hamilton
Columbus
Cincinnati
im Betrieb
im Bau
Dampfbahn.
New Albany
Jeffersonville
Louisville
Evansville
Grenzen der Schweiz im gleichen Maßstab

Tafel 2

Netz der Long Jsland R.R.

1:200000

Conduit — Kabel
Overhead — Freileitung } Hochsp. W'strom
Third Rail — 3. Schiene

New Jersey
Hoboken
Terminal
Manhattan
Brooklyn
Queens
New Haven & Hartford
Flatbush Ave
Freight
Freight Car Ferry to Jersey City
to Brooklyn Elevated
Belmont Race Track
PSS
Springfield
Coney Jsland
Manhattan Beach

Zürichsee im gleichen Mahsstab



1. Täglicher Strassenbahnbetrieb am Broadway New York.



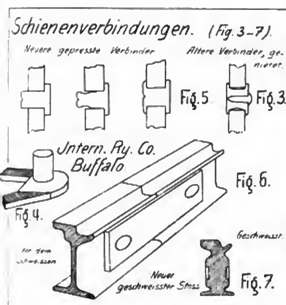
2. Täglicher Fussgängerverkehr am Broadway New York.



3. New York. Täglich vorkommende Ansammlung von Strassenbahnwagen.



4. New York. Strassen- und Hochbahn.



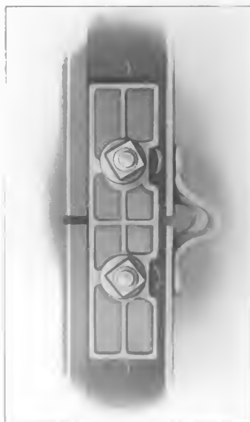

6. Verschiedene Verbinder.



7. Von der N. Y. C. und H. R. R. probierte Verbinder.



8. Drittschienenverbinder der New Yorker Untergrundbahn.



9. Drittschienenverbinder der New Yorker Untergrundbahn durch Lasche verdeckt.



10. Kreuzung einer Querstrasse durch beidseitiges Hochgerüst.



11. Station mit Kreuzung und Abzweigung zweier zweigeleisiger Linien.



12. Zweigeleisiges Hochgerüst in Kurve. Blocksignalhaus.



13. Verteiltes Doppelgeleise auf gerader Strecke.



14. Abstieg auf Oberfläche.



16. Long Island R. R.
Neue Hochstation in Eisen und Beton (noch unbedacht).



15. Long Island R. R.
Abstieg von Oberfläche in Untergrund unter Zweig der Brooklyner Hochbahn.



17. Hochbahn-Station N. Y.



18. Eingangspavillons der New Yorker Untergrundbahn.



19. Station (Einsteigeplattform) der New Yorker Untergrundbahn.



20. Zentralbahnhof der elektr. Interurbanlinien in Indianapolis, mit Aufnahmsgebäude rechts.

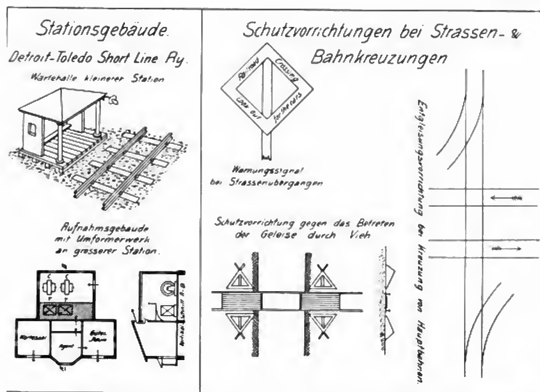


21. Zentralbahnhof Indianapolis, Rückseite.



22. Typische, einfachste Schutzhütte an Haltestelle einer Interurbanlinie.

Tafel 4

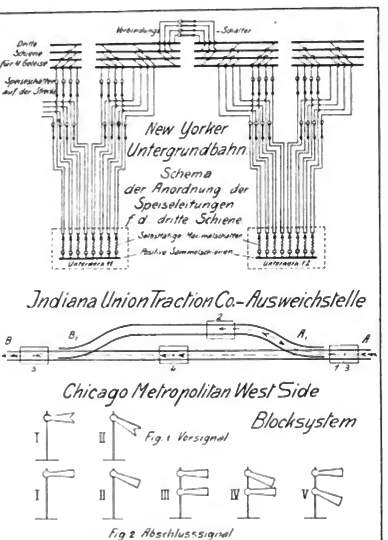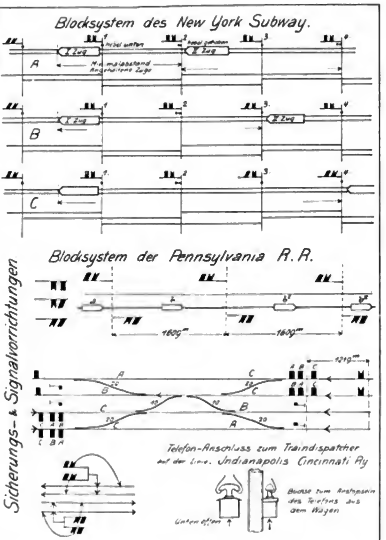




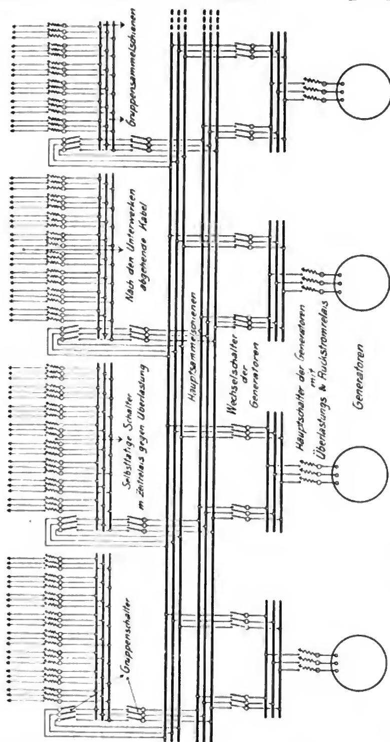

23. Warnungstafel bei Strassenkreuzung.



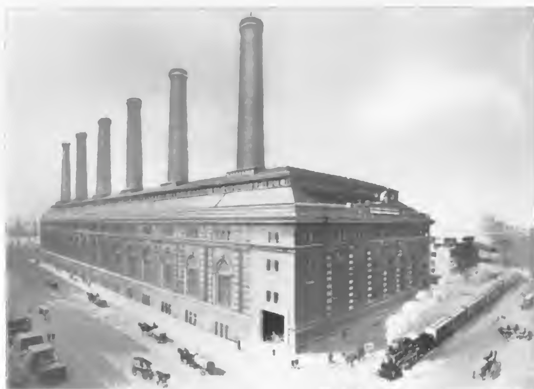
24. Schutzvorrichtung gegen das Betreten der Geleise durch Vieh bei Strassenkreuzung.


Verbindungs-Schalter
Dritte Schiene für 4 Geleise
New Yorker Untergrundbahn
Schema der Anordnung der Speiseleitungen f. d. dritte Schiene
Positive Sammelschienen
Unterwerk 11
Unterwerk 12
Jndiana Union Traction Co.-Ausweichstelle
Chicago Metropolitan West Side
Blocksystem
Fig. 1 Vorsignal
Fig 2 Abschlussignal


Blocksystem des New York Subway.
Blocksystem der Pennsylvania R.R.
1609m
1609m
1219m
Sicherungs- u. Signalvorrichtungen
Telefon-Anschluss zum Traindispatcher auf der Linie. Indianapolis Cincinnati Ry
Unten offen


New Yorker Untergrundbahn. — Kraftstation.
Schema der Schaltung des Arbeitsstromes (Drehstrom 11000 Volt, 25 Perioden).
Gruppensammelschienen
Nach den Unterwerken abgehende Kabel
Selbsttätige Schalter m. Zeitrelais gegen Überlastung
Gruppenschalter
Hauptsammelschienen
Wechselschalter der Generatoren
Hauptschalter der Generatoren mit Überlastungs & Rückstromrelais
Generatoren

Kraftwerk der New Yorker Untergrundbahn am Hudson.

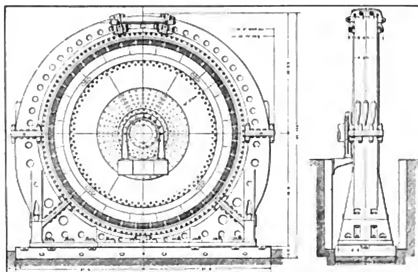


25. Äussere Ansicht des Maschinenhauses.



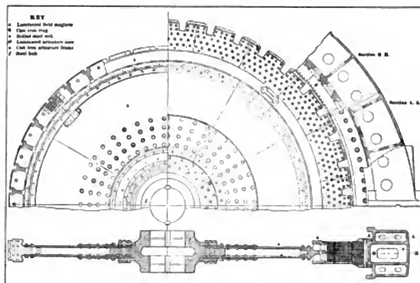
26. Innenansicht des Maschinensaales
Rechts Raum für die Schaltanlage (noch unvollendet).

Dampfwerk der New Yorker Untergrundbahn.



27. Aussenmasse.

Masskizze der Drehstromgeneratoren.

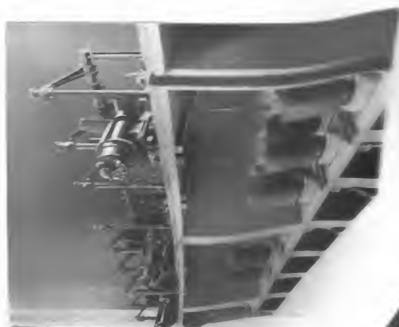



28. Magnetrad und Anker.

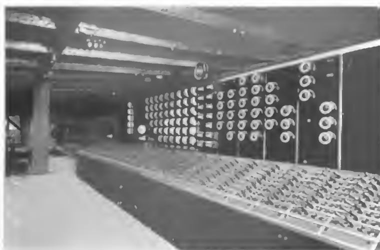
Dampfwerke der New Yorker Untergrundbahn



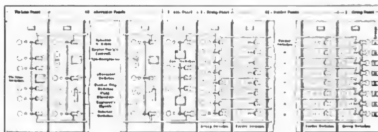
29. Feuersichere Zellen der Samm...



Dampfwerk der New Yorker Untergrundbahn.



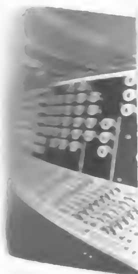
31. Bedienungsstelle der Schaltanlage mit Fernbetätigung.



32. Einzelheiten der Felder der Bedienungsstelle.



33. Bedienungsstelle eines Umformerwerkes.











New Yorker Untergrundbahn.



34. Luftgekühlte Transformatoren im Maschinensaal.



35. Ein Teil des Maschinensaales mit Umformern und Transformatoren

38. Umformerwerk. Äusseres mit Freileitungs-Einführung.

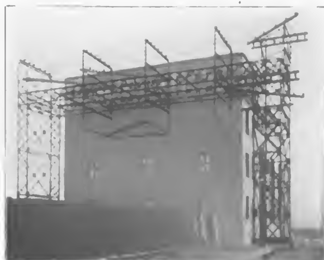
## Long Island Railroad.



36. Maschinensaal des Dampfwerkes in Long Island City (Queens) mit Westinghouse-Parsons-Turbogeneratoren.



37. Transportable Umformerwerke.



38. Umformerwerk. Äusseres mit Freileitungs-Einführung.

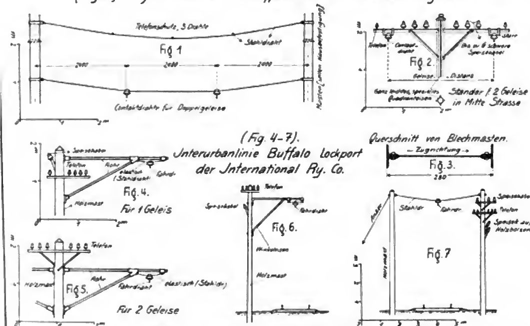


39. Maschinensaal des Umformerwerkes der Buffalo International Ry. in Buffalo.

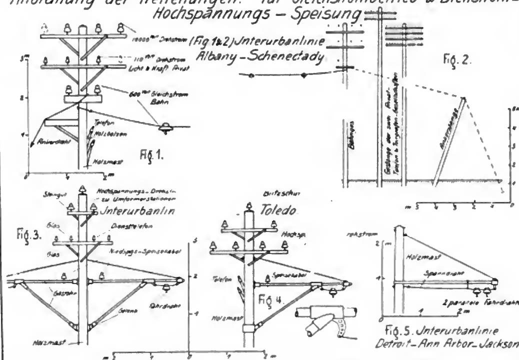


40. Dampfwerk der Indiana Union Traction Co. in Anderson

Tafel 8




Tafel 9



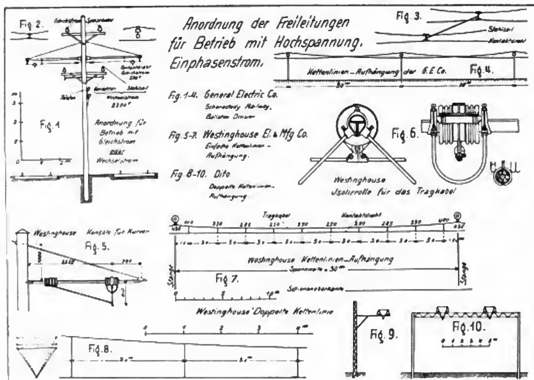
Tafel 10

Anordnung der Freileitungen.
Für Gleichstrombetrieb & Drehstrom-Hochspannungs-Speisung.
Unterurbanlinien der Indiana Union Traction Co. (Fig. 1–3)

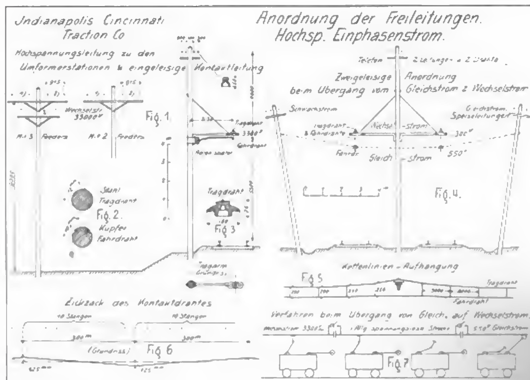
Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

41. Freileitungen der Indiana Union Traction Co.
(Vom fahrenden Wagen während „Wettfahrt" mit paralleler Dampfbahn.)

Tafel 11




Tafel 12



Indianapolis Rushville—Cincinnati.



42. Zweigeleisige Anordnung der Kontaktdrähte.



43. Kontaktdraht für eingeleisige Strecke.



44. Kontaktdraht-Anordnung bei einer Ausweichestelle.



45. Anordnung der Kontaktdrähte beim Übergang von Niederspannung auf Hochspannung, nebst Telephon- und Übertragungsleitung.

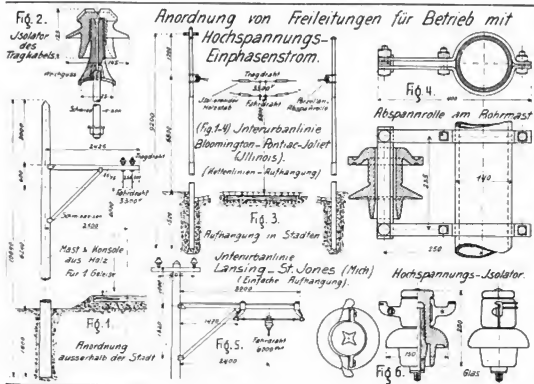


46. Transformatorenstation der Linie Indianapolis-Rushville-Cincinnati.



47. Kontaktleitung für Einphasen- und für Gleichstrom und für Drehstrom-Übertragungsleitung der Linie Schenectady-Ballston.

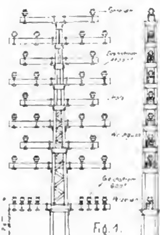
Tafel 13



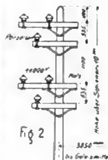

Tafel 14

## Hochspannungs-Speiseleitungen zu Umformerstationen.

Long Jsland Railroad. Drehstrom 11000 Volt




Eisenmasten des Hauptstranges mit 8 Feeders à 3 Drähten & 8 Gleichstrom-Speisekabeln




Holzmast längs Holzbrücken mit 2 Feeders à 3 Drähten

Chicago. Aurora & Elgin Ry.

Drehstrom-Hochspannungs- & Telefonleitung



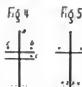




Fig 5.

Anordnung im Allg.

Anordg. an den Kreuzungspunkten der Verdrillung gegen Induktion (Drehstrom) (Telefon)

## Long Island Rr.



Blitzschutzhaus und Eisenmast der Drehstrom-Übertragungsleitung.



49. Blitzschutzhaus und Übergang der Drehstromübertragung von Freileitung in Unterseekabel bei einem Meerarme.



50. Schalthäuschen der Gleichstrom-Zuleitungen zur 3. Schiene



51 Kabelverlegung in „Conduits“.



52. Hoch- und Niederspannungs- und Schwachstrom-Freileitungen für Beleuchtung und Telephon (Hoboken).




53. Analog wie 52 (Niagara Falls).



54. Hochspannungs- und Telephon- und schwere Niederspannungs-Beleuchtungs-Leitungen in der Stadt Pittsburg.




55. Leitungen verschiedenster Spannung und Gebrauchsart in der Stadt Pittsburg.



56. Arbeiter einer Leitungsunterhalts-Gesellschaft an Leitungen verschiedener Unternehmungen (Hoch- und Niederspannung und Schwachstrom) in Pittsburg.



Tafel 15

Dritte Schienen, Schienenschutz & Kontaktschuhe.

Senkrecht über der Schiene befindliche Schuhe.

Baltimore & Ohio R.R. Fig 1–3.

Schutzbrett

Schutzbeisen

Schutzbretter

Eisenwinkel

Weichgusskappe

Isolator

Weichgussfuss

Fig. 1. Schienenschutz auf offener Strecke.

Fig. 2. Schienenschutz in Stationen

Schienenschutz für Geleiseübergänge in Stationen.

Fig. 3.

Skizze des Kontaktschuh's.

Fig. 4.

Führungsstange

An der Lokomotive feste Führung

Messing

Stahl

Tafel 16

Dritte Schiene, Schienenschutz & Kontaktschuhe.

Senkrecht über der Schiene befindl. Schuhe.

Fig. 1.

Skizze des Schuh's der Chicago, Aurora & Elgin R.R.

[New York Interborough Rapid Transit Co]

Manhattan Elevated R.R.

Befestigung am Wagen

Holzhebel

Kontaktschuh & Eiskratzer

Fig. 3

Manhattan Elevated R.R.

Fig. 2

Schutzbrett

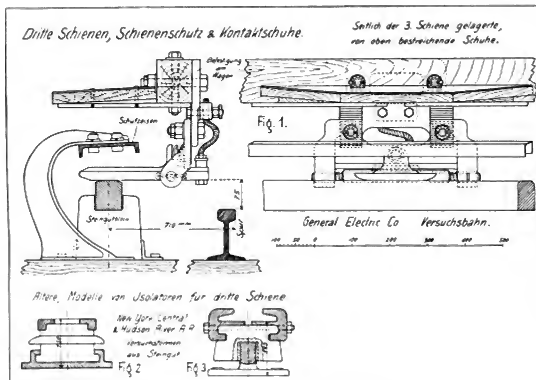
Holzblöcke

Weichguss

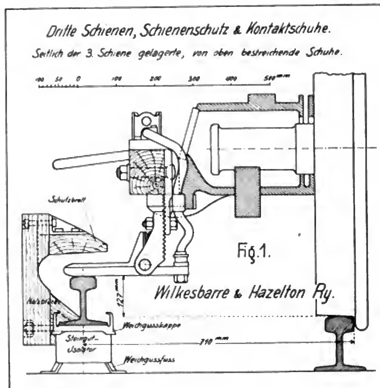
Stangut-Isolirblock

Weichguss

Tafel 17



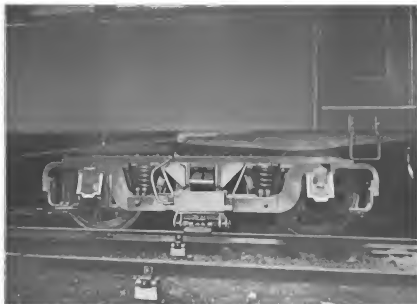

Tafel 18



Tafel 19



57. Stationsgeleiseanlage der Long Island R. mit dritter Schiene.



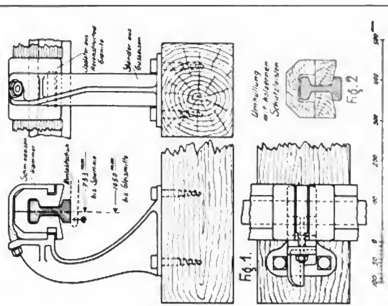
58. Kontaktschuh und Drehgestell der New York Subway.



59. Kontaktschuh und Drehgestell der Long Island Rr.

Tafel 20

New York Central und Hudson River R.




Geschützte dritte Schiene auf dem Versuchsgeleise bei Hoffmanns.



60. Erste Befestigungsart.



61. Zweite Befestigungsart.

New York Central und Hudson River R.



62. Versuchsgeleise mit letzter Anordnung der dritten Schiene.



63. Unterbruch der dritten Schiene und starke Oberleitung bei Strassenkreuzung.

Interurbanlinie Buffalo—Lockport—Olcott Beach.


64. Motorwagenzug für Stückgüter.


65. Personen-Motorwagenzug.


66. Personen-Motorwagen.


67. Mechanische und elektrische Kupplungen.

Detroit United Ry. Co.



68. Vermietung von Wagen für Privatreklame.



69. Zweiachsiger Sommerwagen.



70. Vierachsiger Stadtbahnwagen (nimmt Pressluft auf).



71. Wagen der Interurbanlinie nach Pontiac (im Stadtzentrum).



72. Wagen der Linie Detroit-Jackson das Zentrum der Stadt durchfahrend.



74. Zwei Motorwagentypen der Interurbanlinien der Indiana Union Traction Co.



73. Gütermotorwagen am Güterbahnhof der elektr. Linien in Indianapolis.



75. Personen-Motorwagen der Linie Indianapolis-Cincinnati.



76. Inneres des Wagens 75 (typische amerikan. Normal-Anordnung).



77. Indianapolis-Cincinnati. Salon-Personenmotorwagen in Rushville. (Hoch- und Niederspannungs-Freileitungen.)



78. Personen-Motorwagen der Linie Schenectady-Ballston.

Hochspannungs-Einphasen-Bahnen.



79. Personenmotorwagen der Aurora Elgin & Chicago Ry.



80. Zwei Plattformarten der Chicago Hochbahn (West Side).

Personenmotorwagen der New Yorker Untergrundbahn.



81. Aussenansicht.



82. Innenansicht.



83. New Yorker Hochbahn („Manhattan Elevated“).



84. Long Island Ry.
Motorwagen mit den Kontaktoren des Vielfachsteuersystems.



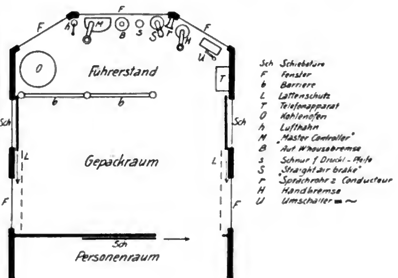
85. Long Island Ry. Wagenkopf, Führerstand und Kontaktschuh.



86. Long Island Ry. Leitungszuführungen im Führerstand.

# Führerstands-Anordnungen an Motorwagen.

## Jndianapolis-Rushville-Cincinnati Ry.




## New York Subway. (Jnterborough Rapid Transit Co.)

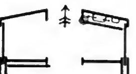
Spitze des Zuges,
Normalstellung;
mit geschlossenem
Führerstand.



Mitte des Zuges,
Stellung bei
Störung an der Spitze;
mit geschlossenem
Führerstand.

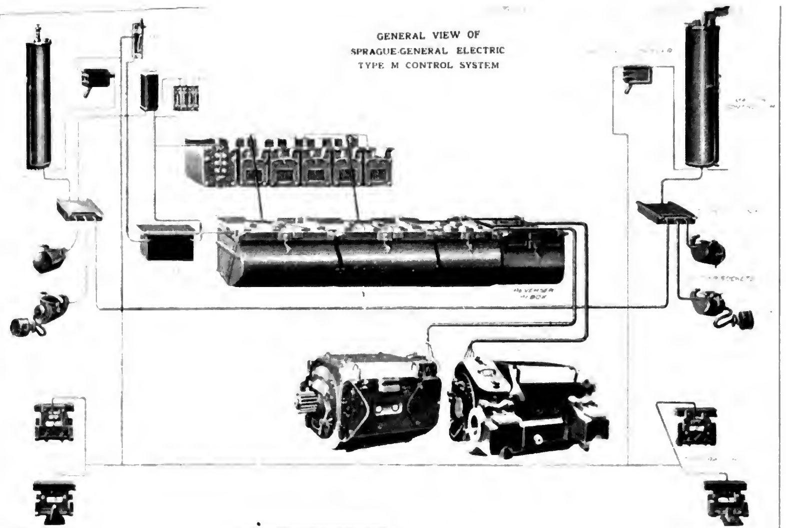


Mitte des Zuges,
Normalstellung;
Durchgang & Plattform
den Fahrgästen frei,
Apparate abgeschlossen



Schluss des Zuges,
Normalstellung.
(Eventuell auch
Spitze des Zuges).

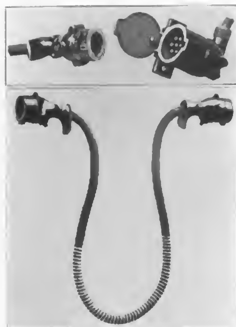




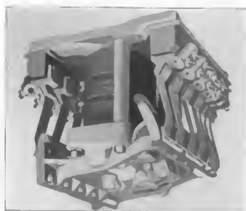

87. Allgemeine Anordnung des Vielfachsteuersystems der G. E. Co



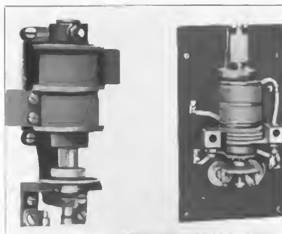
88. Kontaktoren (Fahrstrom-Schützen).



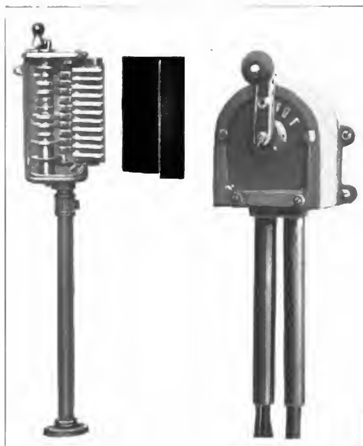
90. Steuerstrom-Kuppelung.



89. Wendeschalter.



91. Strombeschränkungsrelais der Westinghouse Co. und G. E. Co.

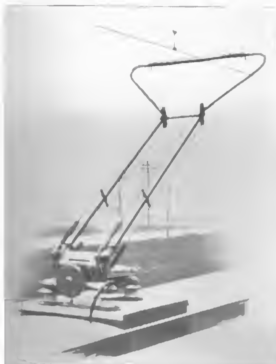


92. Meisterschalter der G. E. Co. und der Westinghouse Co.



93. Kontaktoren in ihrer Anordnung am Wagen.

Westinghouse El. & Mfg. Co.



94. Doppelgelenk-Bügel Westinghouse.



95. Indianapolis-Cincinnati. Drehgestell mit Motoren.

Westinghouse-Einphasen-Serie-Kollektormotor.



96. Gehäuse mit Magnetfeld.

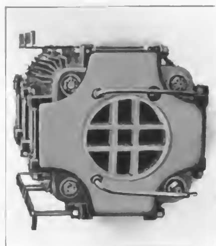


97. Äussere Ansicht.

General Electric Co. Linie Schenectady — Ballston.



100. Serie-Kollektor-Motor.



101. Wagen-Transformator.

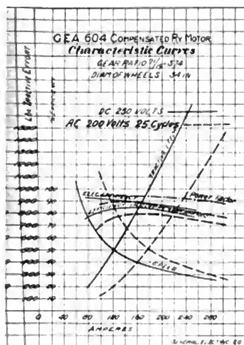


98. Drehgestell mit 2 Motoren.

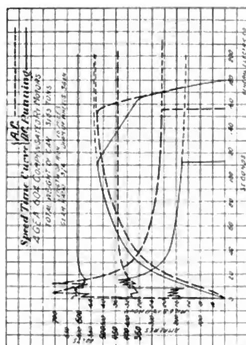


99. Serie-Kollektor-Motor

General Electric Co. Linie Schenectady — Ballston.

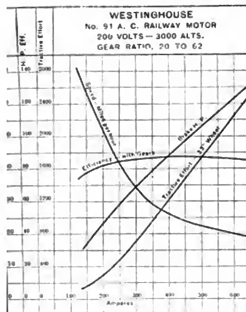



Charakteristiken für Gleich- u. Wechselstrom.

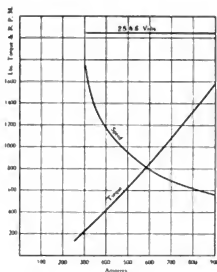



103. Beschleunigungsversuche mit Gleich- u. Wechselstrom.

Motoren der Westinghouse Co. bei Betrieb mit Wechselstrom.




104. Motor für 75 HP normal.



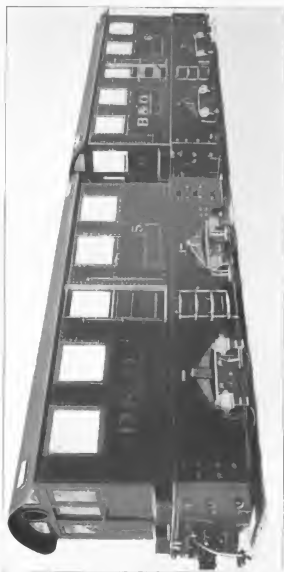

105. Motor für 150 HP normal.



109. Baltimore und Ohio. Inneres von Nr. 108.



106. Buffalo-Lockport. Güterzug.

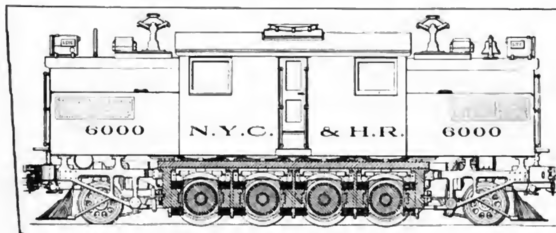


108. Baltimore und Ohio R. Neuere Doppel-Einheit.



107. Baltimore und Ohio R. Ältere Maschine.
(Dargestellte Oberleitung aufgegeben.)

New York Central und Hudson River R. „Nr. 6000“.




110. Ansicht mit schematischem Längsschnitt durch die Motoren.




111 a. Äussere Ansicht von der Seite.



111 b. Äussere Ansicht mit Zug.

New York Central und Hudson River R. „Nr. 6000".




113. Nr. 6000 nach Dienst im Schnee.
(Aus: „Elektrische Bahnen und Betriebe".)

Einphasenstrom Lokomotive
der Westinghouse El. & Mfg. Co.



112. N. Y. C. u. H. R. Nr. 6000.
Äussere Ansicht von vorn.



114. Äussere Ansicht.

Allgemeine und Führerhausanordnungen.

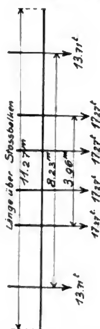
Tafel 22

# Anordnungen bei Lokomotiven.

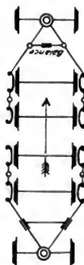
## New York Central & Hudson River R.R.

Lokomotive Typ No 6000 (General Electric Co.)

### Achsbelastungen




### Gewichtsübertragung & Führung.

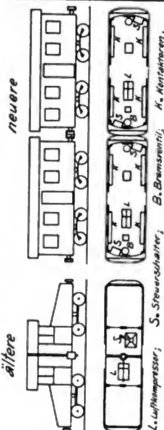



### Anordnung im Führerhaus (Grundriss).

F = Fenster.
T = Türen
$F_1F_2$ = zwei Führerstände mit kompl. Ausrüstung.
KW = Kontaktoren & Widerstände.
LK = Luftkompressor m. Motor.

## Baltimore & Ohio R.R.

Allg. Anordnung & Führerhaus der Lokomotiven. (General Electric Co.)



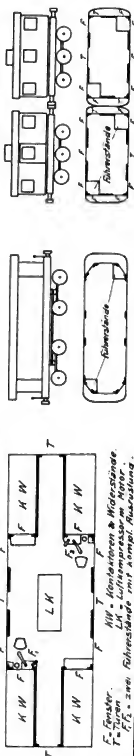

L. Luftkompressor; S. Steuerschalter; B. Bremsventil; K. Kontaktoren.

## Pennsylvania R.R.

Allg. Anordnung & Führerhaus der Lokomotiven. (Westinghouse-Baldwin).

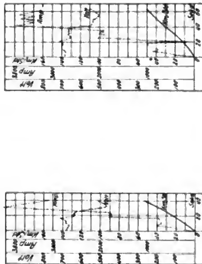
Gleichstrom

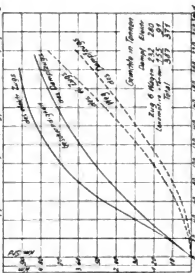
Einphasenstrom.



Versuche mit der „Nr. 6000" der New York Central und H. R. R.

New York Central & Hudson River R.R.
Gleichstromlokomotive Nº 6000.
Beschleunigungsversuche mit Zug von

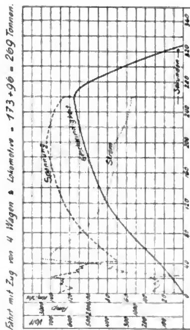


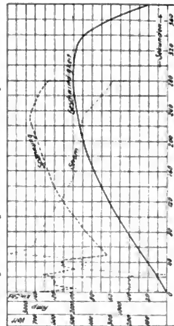

Wettfahrt mit Dampflokomotive, Pacifictype Nº 2797, April 1905.

Tafel 23

New York Central & Hudson River R.R.
Gleichstromlokomotive Nº 6000.
Versuchsfahrten im November 1904.



Fahrt mit Zug von 4 Wagen & Lokomotive = 173 + 96 = 269 Tonnen.



Fahrt mit Zug von 8 Wagen & Lokomotive = 342 + 96 = 438 Tonnen

Detroit United Ry. Co.



115. Fahrbare Luftkompressions-Anlage.



116. Material- und Werkzeug-Motorwagen.



117. Fahrbare Betonier-Maschine.

Detroit United Ry. Co.



118. Fahrbarer Kran für Geleisearbeiten u. drgl.



119. Steinmühle für Schotter.



120. Schneepflug.

Detroit United Ry. Co. — Schneepflug-Betrieb.



121. Park von Schneepflügen.



123. Arbeit des Schneepflugs.



122. Schneepflug an der Arbeit.

# Inhaltsverzeichnis.

Seite





